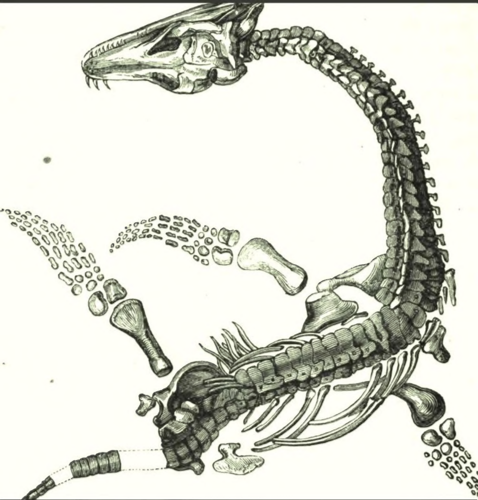


Lehrbuch der geologie und petrefactenkunde

Karl Christoph Vogt

Digitized by Google

call pamphl 2 3 de
BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
70134
EARTH
SCIENCES
LIBRARY

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

by Google

Digitized by Google

Lehrbuch

der

Geologie und Petrefactenkunde.

Digitized by Google

Papier
aus der mechanischen Papierfabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Digitized by Google

Lehrbuch

der

Geologie und Petrefactenkunde.

Zum Gebrauche bei

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte.

Theilweise nach

L. Elie de Beaumont's

Vorlesungen an der École des mines,

von

Dr. C. Vogt.

Zweiter Band.

Mit zahlreichen Illustrationen in Holzstich.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1847.

Digitized by Google

Digitized by Google

QE26
V65
v. 2

EARTH
SCIENCES
LIBRARY

Vorrede
zum zweiten Bande.

Der vorliegende Band enthält die Beendigung des dritten Kapitels, welches von der speciellen Geologie handelt. Es wurden hier zuerst die verschiedenen schichtbildenden Agentien behandelt, welche jetzt noch auf der Oberfläche der Erde thätig sind, und dann zu den vulkanischen Erscheinungen, den plutonischen und metamorphischen Gesteinen übergegangen.

Dieser Theil des dritten Kapitels, sowie die erste Hälfte des vierten, die geognostische Geschichte der Erde, sind großentheils nach Elie de Beaumont's Vorlesungen, Werken und Abhandlungen bearbeitet. Nicht so die zweite Hälfte des vierten Kapitels, welche in kurzen Umrissen die paläontologische Geschichte der Erde giebt. Ich habe hier vorzugsweise die Arbeiten von Agassiz benutzt, wie man finden wird, nicht ohne eigene selbstständige Bestrebungen in diesem Felde. Es ist schon mancherlei Widerspruch gegen die dort ausgesprochenen Ansichten, die ich für die richtigen halte, erhoben worden, und ich erwarte, denselben auch ferner noch zu hören. Es müßte als ein trauriges Zeichen für die Wissenschaft gelten, wenn dem nicht so wäre; — ohne Streit kein Sieg. Ich weiß sehr wohl, daß diese Ansichten sich nur auf wenige, zum Theil noch bestreitbare Thatsachen stützen, und man wird mir vielleicht zum Vorwurfe machen, so neue Meinungen in einem Lehrbuche benutzt zu haben. Solchem Vorwurfe möchte ich einstweilen entgegnen, daß die meisten Hypothesen der Geologie ebenfalls nur auf sehr wenig zahlreichen Stützen ruhen und daß das Alter eine Theorie deshalb nicht glaubwürdiger macht. Was indeß noch besonders die hier gewählte Betrachtungsweise der paläontologischen Entwickelung unserer

M373435

Digitized by Google

Erde betrifft, so möge man bedenken, daß die gesammte zoologische Wissenschaft an einem Wendepunkte angekommen ist und die neue Richtung sich nothwendig in der Petrefactenkunde reflectiren muß. Unsere bisherige Zoologie beruhte namentlich auf den Ergebnissen der vergleichenden Anatomie. Sie wird sich künftig auf die vergleichende Entwickelungsgeschichte stützen, da die vergleichende Anatomie nachgerade abgenutzt wird. Davon steht freilich noch nichts in den Büchern und man wird aus diesem Grunde meiner Behauptung keinen Glauben beimessen wollen. Allein Bücher und Journale geben auch nie den Stand der Wissenschaft an, dem sie etwas langsam nachhumpeln. Die neuen Tendenzen schweben zuweilen lange in der Luft herum, wie laue Winde in den letzten Wintertagen, bis endlich das neue Leben aller Orten mit Macht hervorbricht. Nur derjenige wird davon überrascht, der den Frühling hinter dem Ofen erwartete.

In der Geschichte der Geologie habe ich das von Elie de Beaumont gegebene Fragment Steno's zum großen Theile wörtlich übersetzt, um zu zeigen, wie man in älteren Zeiten geologische Gegenstände behandelte. Ich würde gleiche wörtliche Anführung von Fragmenten aus Werner's, von Buch's, Cuvier's und Elie de Beaumont's Schriften nicht unterlassen haben, wenn nicht einerseits ich die mir gesteckten Schranken und anderseits den Umstand hätte berücksichtigen müssen, daß die Werke dieser neueren Schriftsteller in Jedermanns Händen sind. Es mag mir übrigens unter der Menge der neueren Geologen und Paläontologen mancher entschlüpft sein, den ich hätte anführen sollen. Um Vollständigkeit der Namen und Büchertitel war es mir überhaupt nicht zu thun, sondern darum, zu zeigen, welche Phasen die hier behandelte Wissenschaft in verschiedenen Zeiten durchlaufen hat und welche Zielpunkte jetzt in ihr gesteckt sind.

Bern, im November 1846.

Dr. C. Vogt.

Digitized by Google

Systematisches Inhaltsverzeichniß

des

zweiten Bandes.

	§.	Seite.
IV. Jetzige Bildungen	834—998.	1—99
Jetzt noch wirkende Kräfte. Maß derselben	834.	1
Aufbau der geschichteten Gesteine	835.	1
1. Die durch das Wasser bedingten Neubildungen	836—980.	2—87
a) Das Wasser in fester Form	836—853.	2—12
Schnee und Eis auf der Oberfläche	836.	2
Höhe der Schneegränze	837.	3
Gletscher der Hochregionen. Schneefelder. Firn. Gletscher	838.	4
Bewegung der Gletscher	838.	4
Allgemeine Gesetze der Gletscherbewegung	839.	4
Verhalten des Gletscherendes	840.	5
Masse der Gletscher	841.	5
Verhalten der Moränen	842.	6
Schlammschicht unter den Gletschern	844.	7
Zusammensetzung der Erdmoränen	845.	7
Concentrische Wälle	846.	8
Gletscherablagerungen überhaupt	847.	9
Einwirkung auf den Thalgrund. Schliffflächen	848.	9
Charaktere der Schliffflächen	849.	10
Zusammenstellung der verschiedenen durch Gletscher bedingten Erscheinungen	850.	10
Polargletscher	851.	11
Moränen derselben	852.	11
Treibeis	853.	11
b) Das Wasser als Flüssigkeit	854—980.	12—87
Antheil an der Schichtbildung. Sein Vorkommen	854.	12
Quellen	855.	12
Condensation der Dämpfe durch Gebirge und Vegetation	856.	13
Verhalten des Bodens	857.	14
Katabothra	859.	15
Mächtigkeit einzelner Quellen	859.	16
Circulation des Wassers in den Gesteinen	859.	16
Artesische Brunnen	860.	17
Periodische Quellen	861.	17
Geyser. Springquellen	862.	18

Digitized by Google

	§.	Seite.
Flußgebiete. Wasserscheiden	863.	19
Größe einiger Flußgebiete	864.	19
Verhältnisse des Flußlaufes	865.	20
Ablagerungen aus dem Wasser. Chemische Niederschläge	866.	21
Mechanische Niederschläge	867.	21
Organische Ablagerungen	868.	21
Vorkommen der chemischen Niederschläge	869.	22
Aufgelöste Stoffe in den Quellen	870.	22
Kalktuffe. Travertin	871.	23
Travertin von Terni	872.	23
Tuffe aus versteinernden Quellen	873.	23
Süßwasserkalke	874.	24
Sprudelstein von Karlsbad	875.	24
Stalaktiten. Stalagmiten. Tropfstein	876.	25
Kieselsinter	877.	25
Rasenerz. Bohnerz	878.	25
Gallionellen darin	878.	26
Chemischer Proceß der Bohnerzbildung	879.	26
Relative Kleinheit der chemischen Niederschläge	880.	26
Bewegung der Gewässer im Verhältniß zu den mechanischen Niederschlägen	881.	27
Neigung der Flußbetten	882.	27
Wildbäche	883.	29
Schuttkegel	884.	30
Böschungswinkel derselben	885.	30
Bewegung der Gerölle	886.	32
Abnutzung der Gerölle	887.	33
Abnehmende Größe derselben	888.	33
Versandung der Flußbetten	889.	33
Erhöhung derselben	890.	33
Niveauveränderung der Flüsse	891.	34
Delta's	892.	34
Delta's in den Seen	893.	35
Rhonedelta im Genfersee	894.	36
Aardelta im Brienzersee	895.	37
Meerdelta's. Niederlande	896.	38
Nildelta	897.	38
Nilmündungen	898.	38
Periodische Ueberschwemmungen. Schlammabsatz	899.	39
Maß des Absatzes	900.	40
Lagunen und Uferwall des Nildelta's	901.	41
Ausfüllung der Lagunen. Ueberschreitung des Walles	902.	41
Bildung des Nildelta's	903.	42
Delta des Ganges	904.	42
Delta des Po	905.	42
Erhöhung des Pobettes	906.	43
Delta des Mississippi	907.	43
Mündungen. Schlammenge	908.	44
Delta des Rheins	909.	44
Boden des Rheindelta's. Geest	909.	45
Configuration desselben. Polders	910.	46
Urbarmachung der friesischen Küste	911.	46
Einbrüche der See	912.	46
Bildung des Rheindelta's im Ganzen	913.	47
Bildung des Rheindelta's im Allgemeinen	914.	47
Aestuarien	915.	48

*

	§.	Seite.
Verhalten der Ebbe und Fluth darin	916.	49
Aestuarium des Maranhon	917.	49
Fortführung der Materialien in dem Meere	918.	50
Schlamm des Meeresbodens	919.	50
Wahrscheinliche Bildung des Meeresbodens	920.	51
Schichtbildung. Einfluß der Meeresströmungen	921.	51
Wirkung des Meeres auf seine Ufer	922.	52
Uferwälle	922.	52
Localitäten, wo sich dieselben bilden	923.	53
Nehrungen der Ostsee	923.	53
Uferwälle der Lagunen in Texas	924.	53
Barren der Flußmündungen	925.	54
Breccienbildung in den Uferwällen	926.	54
Dünen	927.	55
Mächtigkeit derselben	927.	55
Mechanismus ihrer Bildung	928.	55
Wanderungen landeinwärts	929.	56
Schutzmittel gegen Ueberschwemmungen	930.	57
Martorfbildung in Dünenseen	931.	57
Einwirkung des organischen Lebens	932.	58
Geographische Verbreitung der Thiere	933.	58
Bestimmung der Faunen und Floren	934.	59
Einfluß des Elementes. Faunen des Meeres, des Festlandes, des süßen Wassers	935.	59
Polarfauna	936.	60
Fauna der gemäßigten Zone	937.	60
» » heißen Zone	938.	61
Gesetze der Vergesellschaftung der Thiere	939.	61
Verbreitung über und unter dem Meeresniveau	940.	62
Höhenzonen unter der Meeresfläche	941.	62
Einfluß der Bodenverschiedenheit	942.	63
Ablagerungen durch Korallenpolypen. Atolls oder Lagunenriffe	943.	64
Dammriffe	944.	65
Küstenriffe	945.	66
Thiere der Korallen	946.	66
Höhe und Maß ihres Wachsens	947.	67
Die Atolls ringförmige Krater	948.	68
Verhältniß der Riffe zum Festlande	949.	68
Senkung des Bodens	950.	68
Umwandlung der Küstenriffe in Dammriffe	951.	69
Bildung der Atolls. Bolabola	952.	70
Gestalten der Atolls. Einschnitte darin	953.	71
Zonen von Senkungen und Erhebungen im stillen Meere	954.	71
Umbildung der Riffe in Landzungen	955.	72
Infusorien und Rhizopoden	956.	73
Mächtigkeit der Infusorienlager	957.	73
» » Rhizopodenablagerungen	958.	74
Muschelbänke	959.	74
Stand der Muscheln	960.	75
Fische	961.	76
Niedere Landthiere	962.	76
Höhere Landthiere	963.	77
Amphibien und Reptilien	964.	77
Säugethiere	965.	78
Verbreitung der Pflanzen auf der Erdoberfläche	966.	79

Digitized by Google

	§.	Seite.
Heiße Zone	967.	80
Gemäßigte Zone	968.	80
Polarregion	968.	80
Verschiedenheit der Continente	969.	80
Massenbildung durch Pflanzen	970.	81
Torfmoore. Moostorf	971.	81
Eigenthümlichkeiten des Sumpfmooses	972.	82
Bildung des Torfes	973.	83
Verschiedene Torfarten. Reproduction derselben .	974.	84
Pflanzendecke des Bodens	975.	84
Wälder	976.	85
Untermeerische Wälder	977.	85
Flöße von Treibholz	978.	86
Versenkung derselben	979.	86
Meerespflanzen. Tange	980.	87
2. Die Degradationen der Erdoberfläche .	981—998.	87—99
Veränderungen der Farbe	981.	87
Verwitterung der Oberfläche	982.	88
Veränderungen der Gestalt	983.	88
Felsenmeere und Teufelsmühlen	984.	89
Abwechselung der Temperaturen	985.	90
Einfluß des Wassers. Bergsturz bei Goldau . .	986.	90
Karrenfelder	987.	91
Abnutzung der Meeresufer	988.	92
Riesentöpfe	989.	92
Schliffflächen durch Wasser	990.	93
Erosion der Thäler	991.	93
Kanderthal	992.	94
Simetoschlucht	993.	94
Wasserfälle	994.	95
Fälle des Niagara	995.	96
Terrassen des Strombettes	996.	98
Uferlinien des Meeres	997.	98
Reduction der Gesteine	998.	99
Die ungeschichteten Gesteine	999—1210.	99—235
Gang der Betrachtung	999.	99
1. Die vulcanischen Ausbrüche	1000—1059.	100—141
Vulcanicität im Allgemeinen	1000.	100
Begriff eines Vulcans	1001.	101
Krater und Aschenkegel	1002.	101
Häufigkeit und Intensität der Ausbrüche . . .	1003.	101
Höhe der Vulcane. Ihre Beziehung zur Frequenz der Ausbrüche	1004.	102
Cyclus der eruptiven Erscheinungen	1005.	102
Unterirdisches Getöse	1006.	102
Erzittern des Bodens. Erdbeben	1007.	103
Vulcanischer Ausbruch	1008.	103
Dampfwolke und Regen	1009.	104
Lava. Emporschleudern derselben	1010.	105
Schlackengarbe	1011.	105
Austritt der Lava. Seitenspalten	1012.	106
Recapitulation	1013.	107
Erdbeben. Art der Bewegung. Undulatorische, succussorische und rotatorische Bewegung . .	1014.	108
Zusammenhang mit vulcanischen Ausbrüchen. Riobamba	1015.	108

	§.	Seite.
Erdbeben von Lissabon	1016.	109
» » Caracas	1017.	110
Unterirdisches Gebrülle. Beispiele	1018.	111
Andere Vorboten	1019.	111
Höhenrauch	1020.	112
Dauer der Erdbeben	1021.	112
Ausbreitung. Erschütterungskreise	1022.	112
Verhältniß zu der Bildung des Bodens	1023.	112
Einfluß des Bodens auf die Zerstörung	1024.	113
Verbreitung in die Tiefe	1025.	113
Wirkung auf den Boden	1026.	113
Ausbrüche von Gasen	1027.	114
Hervortreten neuer Vulcane	1028.	115
Gasförmige Producte der Vulcane	1029.	115
Säuregehalt der Sunda-Vulcane	1030.	116
Sublimation von Stoffen	1031.	116
Chemische Processe dabei	1032.	117
Elektrische Erscheinungen	1033.	117
Entfernung, bis zu welcher die Schlackentrümmer ausgeworfen werden	1034.	118
Vulcanische Asche. Ausbruch des Tombore	1035.	119
Aschenkegel	1036.	120
Böschungswinkel derselben	1037.	121
Ihre Verbreitung	1038.	121
Wechsel des Eruptionskegels	1039.	121
Eruptionsspalten der Lava	1040.	122
Höhe des Ansteigens der Lava	1041.	12?
Hitze der Lava	1042.	124
Fließen der Lava	1043.	124
Gefälle einiger Lavaströme	1044.	126
Geschwindigkeit der Bewegung	1045.	129
Dimensionen der Lavaströme	1046.	129
Chemische Processe im Innern der Lavaströme	1047.	130
Ausbruch von Lancerota	1048.	130
Ausbruch des Jorullo	1049.	131
Santorin	1050.	134
Mittlere Trachytinseln	1051.	134
Insel Julia	1052.	135
Solfataren	1053.	136
Lagonien und Sophionien in Toscana	1054.	137
Heiße Quellen	1055.	138
Entbindung von Gasen	1056.	138
Geographische Verbreitung der Vulcane. Central-Vulcane	1057.	138
Reihen-Vulcane	1058.	139
Verhältniß der Vulcane zu einander	1059.	141
2. Die Trachytgebilde	1060—1092.	141—167
Plan der Betrachtung	1060.	141
Art des Auftretens der Trachytgebilde	1061.	142
Vesuv. Tuff der Campagna von Neapel	1062.	143
Die Somma	1063.	144
Der Kegel	1064.	145
Bildung des Vesuvs im Ganzen	1065.	146
Aufeinanderfolge dieser Bildung	1066.	146
Aeltere Geschichte des Vesuvs	1067.	147
Neuere » » »	1068.	148
Phlegräische Felder	1069.	149

Digitized by Google

	§.	Seite.
Liparische Inseln	1070.	149
Aetna. Regionen desselben	1071.	150
Lavaströme desselben	1072.	151
Structur desselben. Val del Bove	1073.	152
Art der Bildung des Aetna	1074.	154
Ausbruch von 1669	1075.	155
" " 1832 und 1843	1076.	156
Vulcane der Anden	1077.	156
Gestalten derselben Pichincha	1078.	157
Bildung der Anden — Vulcane	1079.	158
Aeltere Trachytgebilde, in Ungarn, im Vicentin, Santorin ꝛc.	1080.	159
In Centralfrankreich. Puys	1081.	159
Puy de Chopine, Puy des Gouttes	1082.	160
Mont d'Or. Cantal	1083.	160
Phonolithe im Mont d'Or	1084.	161
" in Böhmen. Borzenstein	1084.	161
" in der hohen Rhön	1085.	162
Vulcan von Rocca Monfina	1086.	162
Pic de Teyde auf Teneriffa	1087.	164
Insel Palma	1088.	165
Insel Barren	1089.	166
Barranco's	1090.	167
Erhebungskrater	1091.	167
3. Die Basaltgebilde	1092—1125.	168—189
Auftreten der Basaltmassen	1092.	168
Säulenstructur der Basalte	1093.	168
Entstehung der Säulen	1094.	169
Basalte der Auvergne	1095.	170
Auflagerung derselben	1096.	171
Epoche ihrer Entstehung	1097.	172
Länge dieser Epoche	1098.	172
Mineralogisches Verhalten	1099.	173
Basalte des Val di Noto und des Vicentin	1100.	173
Zone deutscher Vulcane	1101.	173
Lagerung der deutschen Basalte	1102.	174
Pflasterkaute bei Eisenach	1103.	174
Durchbruch der Basalte	1104.	175
Der Meißner	1105.	175
Ziegenkopf bei Habichtswalde	1106.	176
Verhältniß zu den Braunkohlen	1107.	176
Fortsetzung desselben	1108.	177
Vulcane der Eifel	1109.	177
Laacher See	1110.	179
Neuwieder Gruppe	1111.	180
Der Mosenberg	1112.	181
Vulcan von Gerolstein	1113.	182
Uebrige Basaltausbrüche in Deutschland	1114.	183
Melaphyre	1115.	183
Thal von Lugano	1116.	184
Fassathal in Tyrol	1117.	185
Umbildung der Kalke in Dolomit	1118.	186
Dolomite im Jura	1119.	186
Krystallinischer und muschliger Dolomit	1120.	187
Metamorphose des krystallinischen Dolomites	1121.	187
von Buch's Hypothese	1122.	188
Mechanismus der Umwandlung	1123.	188

	§.	Seite.
Massenvergrößerung	1124.	189
Resultat	1125.	189
4. Die Trappgesteine	1126—1138.	189—197
Aehnlichkeit mit den Basalten	1126.	189
Art der Trappausbrüche	1127.	190
Trappe in Nord-Irland. Riesendamm	1128.	190
Metamorphismus an den Trappgängen	1129.	191
Metamorphismus der Kreide	1130.	192
Insel Staffa	1131.	192
Alter der Trappe	1132.	193
Veränderung der Kohlen	1133.	194
Trappe in Schottland	1134.	194
Horizontale Trappgänge	1135.	195
Färöer-Inseln	1136.	196
Island	1137.	196
Neuschottland	1138.	197
Uebrige eruptive Gesteine	1139.	197
5. Die Serpentinsteine	1140—1148.	198—202
Vorkommen der Serpentine	1140.	198
Epoche ihres Ausbruchs	1141.	198
Serpentine im nördlichen Italien	1142.	199
» » in den südlichen Alpen	1143.	199
Art ihrer Eruption	1144.	200
Hyperite	1145.	200
» » im Ural	1146.	201
Diorite oder Grünsteine	1147.	201
Ophite	1148.	202
6. Die Porphyrgebilde	1149—1158.	202—207
Ihr Verhalten	1149.	202
Porphyre der Insel Arran	1150.	202
» » der Vogesen und des Schwarzwaldes	1151.	203
» » des Esterel	1152.	204
Elvan in Cornwallis	1153.	204
Rother Porphyr in Südtyrol	1154.	204
Porphyre in Sachsen. Feldsteinporphyr, Thonporphyr, Hornporphyr	1155.	205
Lagerung der sächsischen Porphyre	1156.	205
Resultate daraus	1157.	206
Braune Porphyre der Vogesen	1158.	207
Uebergang der Porphyre in Granit	1158.	207
7. Die granitischen Gebilde	1159—1170.	207—213
Auftreten derselben	1159.	207
Gänge von Granit. Michaelsberg in Cornwallis	1160.	208
Metamorphismus in deren Nähe	1161.	209
Alter der Granite. Heidelberg	1162.	209
Protogin des Montblanc	1163.	209
Granit von Elba	1164.	210
Flüssigkeit der Ausbrüche	1165.	210
Granit der Alpen	1166.	210
Kalkkeile im Granit	1167.	211
Anordnung der Elemente	1168.	212
Erklärung derselben	1169.	212
Uebergang in Gneiß	1170.	213
8. Die krystallinischen geschichteten Gesteine	1171—1192.	213—225
Metamorphische Entstehung derselben	1171.	213
Gneiß	1172.	214
Glimmerschiefer	1173.	215

Digitized by Google

	§.	Seite.
Körniger Kalk	1174.	215
Umwandlungsreihen der Gesteine	1175.	216
Metamorphismus im Allgemeinen	1176.	217
Analoge Erscheinungen	1177.	217
Unterschied derselben	1178.	218
Vergleichung mit vulcanischer Thätigkeit	1179.	218
Druck unter welchem der Metamorphismus statthatte	1180.	219
Zeitdauer	1181.	219
Größe der Massen	1182.	219
Elektrische Einflüsse	1183.	219
Künstliche Nachahmung	1184.	220
Normaler Metamorphismus	1185.	220
Temperatur der Wasserbecken	1186.	221
Ausfüllung derselben	1186.	221
Verbreitung des normalen Metamorphismus	1187.	222
Zufälliger Metamorphismus	1188.	222
Verschiedene Einflüsse darauf	1189.	222
Verschiedener Hitzegrad	1190.	223
Metamorphische Höfe der Eruptionsgesteine	1191.	223
Allgemeinheit des Metamorphismus	1192.	224
9. Die Erzgänge	1193—1210.	225—235
Lagerstätten der Erze. Unregelmäßige Massen	1193.	225
Gänge	1194.	226
Ganggesteine	1195.	226
Verschiedene Arten derselben	1196.	227
Streichen der Gänge	1197.	227
Fallen » »	1198.	227
Mächtigkeit » »	1199.	228
Anordnung der Mineralien	1200.	228
Entstehung der Gänge	1201.	229
Spaltennatur »	1202.	230
Ursachen der Spaltenbildung	1203.	231
Verhalten zu den Hebungen	1204.	231
Werner's Theorie der Ausfüllung	1205.	232
Molecular-Action. Länge der Zeit	1206.	233
Langsamer Absatz der mineralischen Substanzen	1207.	233
Vergleichung mit den Vulcanen	1208.	234
Vorgänge in vulcanischen Spalten	1209.	234
Metallische Substanzen in den Gängen	1210.	235
Viertes Kapitel. Geschichte der Erde	1211—1480.	236—374
Entstehung des Sonnensystems	1211.	236
Theorie von Laplace	1212.	236
Correspondirende Erscheinungen	1213.	237
Zusammensetzung des Erdkernes	1214.	237
Chronologie der Erde	1215.	238
Mittel zur Bestimmung derselben	1216.	238
Lagerung der Schichten	1217.	239
Reihenfolge derselben	1218.	239
Störung der Horizontalität	1219.	240
Bestimmung der Epoche derselben	1220.	240
Schwierigkeiten dieser Bestimmung	1221.	241
Ob Hebung oder Senkung	1222.	241
Jetzige allmähliche Hebung in Norwegen	1223.	242
» » » am Serapistempel bei Puzzuoli	1224.	243
Plötzliche Hebung des Jorullo	1225.	244

		§.	Seite.
	Relative Epoche der Hebungen	1226.	244
	Aufeinanderfolge der Schöpfungsepochen	1227.	244
	Zahl der Hebungsepochen nicht abgeschlossen	1228.	245
	Erdrevolutionen; ihre Erscheinungen	1229.	246
	Veränderung der Gränzen des Meeres und Festlandes durch die Hebungen	1230.	247
	Schwierigkeiten der Bestimmung dieser Gränzen	1231.	247
	Hülfeleistung der Paläontologie	1232.	248
	Herstellung von Karten durch E. de Beaumont	1233.	248
a.	Geognostische Entwickelungsgeschichte der Erde	1234—1342.	248—295
	Parallelismus der Streichungslinien	1234.	248
	Beharrlichkeit des Streichens der Gänge	1235.	248
	Gleichzeitigkeit der Entstehung paralleler Bergketten	1236.	249
	Geringe Zahl von Hebungssystemen	1237.	249
	Bilden größte Kreise um die Erde	1238.	249
	E. de Beaumont's Hebungssysteme	1239.	250
	Verschiedene Zusammensetzung der Erdrinde als Grund der Abweichungen vom Parallelismus der Hebungen	1240.	250
	Gleichzeitige Hebungen um so weniger parallel, je jünger sie sind	1241.	251
	Ungleichzeitige Hebungen oft fast parallel	1242.	251
	Mehrfache Hebungen in einer Kette	1243.	251
	Hebungsrose	1244.	252
	Bezeichnung der Gesteine in den Durchschnitten	1245.	254
	Unvollständige Zahl der Hebungssysteme	1246.	254
	Tabelle der Hebungssysteme	1247.	255
I.	System des Hundsrücks	1248—1249.	258—259
	Typische Gegenden	1248.	258
	Abweichende Hebungen	1249.	259
II.	System der Belchen und des Harzes	1250—1257.	259—262
	Richtung und gehobene Gebilde	1250.	259
	Im Harz	1251.	259
	In den Vogesen	1252.	260
	Bei Magdeburg	1253.	260
	Bildung der Kohlensümpfe	1254.	260
	Festland der Kohlenepoche	1255.	261
	Inseln derselben	1256.	261
	Unbekannte Localitäten	1257.	262
III.	System von Nordengland	1258—1260.	262—263
	Richtung und gehobene Gebilde	1258.	262
	Localitäten	1259.	262
	Einfluß auf Bildung des Festlandes	1260.	263
IV.	System des Hennegau	1261—1264.	263—265
	Richtung und gehobene Gebilde	1261.	263
	Erstreckung der Hebungen	1262.	264
	In den Vogesen	1263.	264
	Einfluß auf Bildung des Festlandes	1264.	265
V.	System des Rheines	1265—1268.	265—266
	Richtung und gehobene Gebilde am Rhein	1265.	265
	Epoche und Eintritt	1266.	266
	Andere Localitäten	1267.	266
	Einfluß auf Bildung des Festlandes	1268.	266
VI.	System des Thüringerwaldes	1269—1279.	266—270
	Richtung und gehobene Gebilde	1269.	266
	Im Nordosten von Deutschland	1270.	267

Digitized by Google

		§.	Seite.
	In Frankreich	1271.	267
	In Griechenland	1272.	268
	Einfluß auf Bildung des Festlandes	1273.	268
	Jurameer in Deutschland	1274.	268
	In Großbritannien und Frankreich	1275.	269
	In Südfrankreich	1276.	269
	Meeresarme und Fiorde	1277.	269
	Ausdehnung der einzelnen Formationen	1278.	269
	Gressly's Karte des rheinischen Golfes	1279.	270
VII.	System des Erzgebirges	1280—1284.	270—273
	Richtung und gehobene Gebilde	1280.	270
	Localitäten	1281.	271
	Abweichungen	1282.	272
	Karte des Kreidemeers	1283.	272
	Nördlicher u. südlicher Theil desselben	1284.	273
VIII.	System des Mont Viso	1285—1286.	273—274
	Richtung und gehobene Gebilde	1285.	273
	Epoche. Einfluß auf das Festland	1286.	274
IX.	System der Pyrenäen	1287—1295.	274—277
	Am Fuß der Pyrenäen	1287.	274
	Richtung des Systemes	1288.	275
	In den Apenninen	1289.	275
	In den Julier Alpen	1290.	275
	In Deutschland	1291.	275
	Im übrigen Frankreich	1292.	275
	Bildung der Tertiärbecken	1293.	276
	Richtung der Tertiärlager	1294.	276
	Karte der Tertiärbecken	1295	277
X.	System von Corsica	1296—1300.	277—378
	Richtung und gehobene Gebilde	1296.	277
	Hochthäler der Loire und des Allier	1297.	277
	Rhonethal	1298.	277
	Sardinien und Corsica	1299.	278
	Einfluß auf das Festland	1300.	278
XI.	System der Westalpen	1301—1311.	278—282
	Verwickelte Structur der Alpen	1301.	278
	Richtung und gehobene Gebilde	1302.	279
	Erhebungsthäler in Deutschland und den Alpen	1303.	280
	Geringes Alter der Alpen	1304	280
	Eigenthümliche Bildung derselben	1305.	280
	Streichung in den westlichen Alpen	1306.	280
	Epoche des Systems	1307.	281
	Aufrichtung der Molasse	1308.	281
	Linien dieser Aufrichtung	1309.	281
	Andere Localitäten	1310.	281
	Einfluß auf das Festland	1311.	282
XII.	System der Ostalpen	1312—1319.	282—284
	Anschwemmungen der Alpenthäler	1312.	282
	Andere Ketten mit gleicher Streichung	1313.	282
	Aufrichtung des Bodens von Frankreich	1314.	283
	Epoche derselben	1315.	283
	Verhalten der erratischen Gebilde	1316.	283
	Spuren der Hebung im übrigen Frankreich	1317.	283
	Im Norden Deutschlands	1318.	284
	Im Südwesten Frankreichs. Ophite	1319.	284
XIII.	System des Tenare	1320—1321.	284—285
	Richtung und erhobene Gebilde	1320.	284

Digitized by Google

	§.	Seite.
Wirkung auf das Festland	1321.	285
Allgemeine Bemerkungen	1322—1329.	285—288
Ausdehnung paralleler Ketten	1322.	285
Des pyrenäischen Systems. Endpunkte. . . .	1323.	285
In Afrika, Asien und Amerika	1324.	286
Endpunkte des Systems der Westalpen . . .	1325.	286
Verlängerung der Richtung	1326.	287
Parallele Ketten	1327.	287
Richtung der Ostalpen in Asien	1328.	287
Aehnlichkeit zwischen dem Himalaya und den Alpen	1329.	287
Einwürfe gegen Beaumont's Theorie	1330.	288
Bildung der Alpen	1331.	288
Einzelne Massive	1332.	289
Centralkerne	1333.	290
Zwischengebilde. Flysch	1334.	290
Secundäre Gebilde der Alpen	1335.	291
Tertiäre Gebilde » »	1336.	292
Studer's idealer Durchschnitt	1337.	292
Einheit der Entstehung der Alpen	1338.	293
Allgemeine Charaktere derselben	1339.	293
Allmähliche Aenderung des Streichens	1340.	294
Gleichzeitigkeit der Entstehung	1341.	294
Epochen der Molassenbildung	1342.	295
b. Paläontologische Entwickelungsgeschichte der Erde	1343—1480.	295—374
Aufgabe dieser Richtung	1343.	295
Begriff der Art	1344.	296
Auffassung der Artcharaktere	1345.	296
Wirkung der äußeren Einflüsse	1346.	297
Schwierigkeit der Bestimmung	1347.	297
Abstammung von einem Elternpaar	1348.	298
Unmöglichkeit dieser Annahme	1349.	299
Ansicht von der Schöpfung	1350.	300
Generatio aequivoca	1351.	300
Metamorphose der Arten	1352.	301
Annahme getrennter Formationen	1353.	301
Oeftere Erschaffung derselben Species	1354.	302
Untergang der Organismen	1355.	302
Leitende Principien	1356.	303
Genera und Familien	1357.	304
Gang der Darstellung	1358.	304
Haupttypen der jetzigen Schöpfung	1359.	304
Gruppen der Pflanzenwelt. Achsenlose Akotyledonen	1360.	305
Akotyledonen mit Achse	1361.	305
Gefäßakotyledonen	1362.	305
Gymnospermen	1363.	306
Monokotyledonen	1364.	306
Dikotyledonen	1364.	306
Fucoiden	1365.	306
Farrenkräuter	1366.	306
Equisetaceen. Lykopodiaceen	1367.	307
Coniferen	1368.	308
Cycadeen	1369.	309
Monokotyledonen	1370.	310
Dikotyledonen	1371.	310
Reich der Akotyledonen. Der Algen. Der Farren.	1372.	310

	§.	Seite.
Reich der Gymnospermen	1373.	310
Reich der Dikotyledonen	1374.	311
Typen des Thierreiches	1375.	311
Strahlthiere	1376.	311
Quallen. Infusorien	1377.	312
Infusorien, niederster Typus	1378.	312
Wiederholung in den Embryonen	1379.	312
Polypen	1380.	312
Echinodermen	1381.	313
Entwickelung der Seesterne	1382.	313
» » Meerlilien und Ophiuren	1383.	314
» » Seeigel	1684.	314
Klasse der Weichthiere	1385.	315
Muschelthiere (Acephalen)	1386.	315
Ihre Entwickelung	1387.	315
Gasteropoden. Bauchfüßler	1388.	316
Ihre Entwickelung	1389.	316
Cephalopoden. Kopffüßler	1390.	317
Gliederthiere	1391.	317
Anneliden. Ringelwürmer	1392.	317
Crustaceen Phyllopoden. Kiemenfüßler	1393.	318
Entomostraken. Rankenfüßler. Cirrhipeden	1394.	318
Dekapoden. Brachyuren. Makruren	1395.	319
Entwickelung der Crustaceen	1396.	319
Arachniden. Insecten	1397.	320
Wirbelthiere	1398.	320
Plan ihrer Bildung	1399.	320
Fische	1400.	320
Rundmäuler. Cyclostomen	1401.	321
Plagiostomen	1402.	321
Ganoiden mit Platten	1403.	322
» » rhomboidalen und runden Schuppen	1404.	323
Normale Knochenfische	1405.	323
Richtungen der Ausbildung	1406.	323
Entwickelung der Fische. Skelett	1407.	324
Kopfskelett	1408.	324
Aeußere Form	1409.	324
Form der Schwanzflosse	1410.	325
Amphibien	1411.	325
Lepidosiren	1412.	325
Fischartige Amphibien. Ichthyoden	1413	325
Batrachier. Molche	1414.	326
Cäcilien. Blindwühlen	1415.	326
Entwickelung der Amphibien	1416.	326
Reptilien. Beschuppte Reptilien	1417.	327
Gepanzerte Reptilien	1418.	327
Typische Entwickelung der Reptilien	1419.	327
Entwickelungsgeschichte der Reptilien	1420.	327
Vögel	1421.	328
Säugethiere. 2 Haupttypen	1422.	328
Beutelthiere. Monotremen. Didelphen	1422.	328
Monodelphen. Sirenen. Dickhäuter. Cetaceen.	1423.	329
Edentaten	1424.	329
Wiederkäuer	1425.	329
Nagethiere, Insectenfresser, Fledermäuse, Vierhänder, Mensch	1426.	329
Phoken. Reißende Landthiere	1427.	330

	§.	Seite.
Entwickelung der Säugethiere	1428.	330
Parallelismus der Embryologie und vergleichenden Anatomie	1429.	330
Ursprüngliche Scheidung der 4 Grundtypen	1430.	331
Embryologische Eintheilung des Thierreiches	1431.	331
Uebereinstimmung der Paläontologie	1432.	332
Strahlthiere. Polypen	1433.	332
Seesterne. Crinoiden	1434.	332
Stiellose Seesterne	1435.	334
Seeigel	1436.	334
Mollusken. Brachyopoden	1437.	336
Monomyarier und Dimyarier	1438.	338
Gasteropoden	1439.	338
Cephalopoden. Ammoniten	1440.	340
Nautiliden	1441.	343
Sepienartige Thiere	1442.	344
Annäherung zu lebenden Formen	1443.	345
Crustaceen. Trilobiten	1444.	345
Makruren. Stomapoden. Brachyuren	1445.	346
Cirrhipeden	1446.	347
Fische	1447.	347
Reihenfolge derselben	1448.	347
Gepanzerte Ganoiden	1449.	348
Ganoiden mit rhomboidalen Schuppen	1450.	349
Entwickelung ihres Skelettes	1451.	350
Ganoiden mit runden Schuppen. Coelakanthen	1452.	351
Plagiostomen. Cestracionten	1453.	351
Hybodonten	1454.	353
Aechte Haye. Rochen	1455.	353
Regelmäßige Knochenfische	1456.	354
Epochen der Fische	1457.	356
Amphibien. Labyrinthodonten. Batrachier	1458.	357
Reptilien. Beschuppte	1459.	358
Gepanzerte. Seeeidechsen	1460.	359
Teleosaurier. Crocodile	1460.	360
Schildkröten	1461.	361
Säugethiere. Didelphen	1462.	361
Cetaceen. Wallthiere	1463.	361
Dickhäuter. Einhufer	1463.	362
Zahnlose. Wiederkäuer	1464.	364
Nager	1465.	366
Insectenfresser	1466.	366
Reißende Thiere	1467.	367
Fortbildung zu höheren Typen	1468.	368
Drei Perioden. Reich der Fische, der Reptilien, der Säugethiere	1469.	369
Embryonale Formen im Anfang	1470.	369
Bewußte Schöpfungsidee	1471.	370
Mosaische Schöpfungsgeschichte	1472.	371
Zusammenhang mit den Resultaten der Wissenschaft	1473.	371
Entstehung der Erde	1474.	371
Reihenfolge der organischen Schöpfungen	1475.	372
Allgemeine Sündfluth. Arche Noäh	1476.	372
Die Menschenspecies. Autochthonen	1477.	373
Sündfluth ein locales Phänomen	1478.	373
Verschiedene Menschenspecies	1479.	374

	§.	Seite.
Zukunft der Erde	1480.	374
Fünftes Kapitel. Geschichte der Geologie und Petrefactenkunde	1481—1617.	375—435
Ausdehnung localer Beobachtungen	1481.	375
Propheten der Wissenschaft	1482.	376
Religiöse Kosmogonieen	1483.	376
Griechen und Römer	1484.	377
Thales. Xenophanes. Pythagoras. Plato	1485.	377
Herodot	1486.	378
Vulcanisten. Zeno. Empedokles	1487.	378
Aristoteles	1488.	379
Strabo	1489.	379
Plinius	1490.	379
Scholastische Zeit. Ketzerei	1491.	380
Versteinerungen der Subapenninen	1492.	380
Leonardo da Vinci	1493.	381
Fracastoro	1494.	381
Bernard Palissy	1495.	382
Martin Lister	1496.	383
Hooke	1497.	383
Georg Agricola	1498.	383
Nicolas Steno's Prodromus	1499.	384
Stellen daraus	1500—1515.	384—390
Beweise für den Niederschlag der Schichten aus Flüssigkeiten	1500.	384
Entstehung der Niederschläge	1501.	385
Bildende Materie	1502.	385
Lagerung der Schichten	1503.	386
Gestalt der Schichten	1504.	387
Veränderung der Lagerung	1505.	387
Durch Stöße	1506.	387
Durch Einsturz	1507.	387
Bildung der Bergketten	1508.	387
Durch Lagenänderung der Schichten	1509.	387
Durch unterirdisches Feuer	1510.	388
Folgerungen daraus	1511.	388
Austretende Stoffe	1512.	389
Correspondirende Erscheinungen	1513.	390
Lagerungsstätten der Erze	1514.	390
Schlüsse daraus	1515.	390
Epochen der Bodenbildung in Toscana nach Steno	1516.	391
Lister's Vorschlag geologischer Karten	1517.	392
Burnet	1518.	393
Woodward	1519.	393
Descartes	1520.	393
Leibnitz	1521.	393
Whiston	1522.	393
Buffon	1523.	393
Entgegengesetzte Richtung	1524.	394
Lehmann	1525.	395
Füchsel	1526.	395
Pallas	1527.	395
Dolomieu	1528.	396
Faujas de St. Fond	1529.	397
Horace de Saussure	1530.	397

	§.	Seite.
Seine Beobachtungen über Schichtenstellung . .	1531.	398
Ueber Gletscher und Findlinge	1532.	398
J. de Luc	1533.	399
A. G. Werner	1534.	399
Einführung fester Begriffe	1535.	400
Formationen	1536.	400
Theorie der Erdbildung. Urgebirge. Uebergangsgebirge	1537.	401
Flötzgebirge	1538.	401
Uebereinstimmung mit Sachsen	1539.	401
Sächsische Porphyre	1540.	401
Basalte	1541.	402
Neptunistische Ansicht Werner's	1542.	402
Folgerung daraus	1543.	402
Vulcane locale Phänomene	1544.	403
Enthusiasmus der Schüler Werner's	1545.	403
Neptunische Entstehung der Vulcane	1546.	403
Schüler Werner's	1547.	404
D'Aubuisson de Voisins	1548.	404
Brochant de Villiers	1549.	405
Jameson	1550.	405
Streit in Deutschland	1551.	406
Naturphilosophische Bestrebungen	1552.	407
Schüler und Nachfolger Werner's speciell genannt	1553.	407
A. v. Humboldt und L. v. Buch	1554.	407
A. v. Humboldt	1555.	408
L. v. Buch. Reise in die Auvergne	1556.	409
Nach Scandinavien	1557.	409
Aufenthalt in England	1558.	410
Hutton	1559.	410
Theorie der geschichteten Gesteine	1560.	411
Playfair. J. Hall. J. Watt	1561.	411
Experimentelle Lösung einiger Fragen	1562.	412
Buch's Reise auf die Canarien	1563.	412
Theorie der Erhebungskrater	1563.	413
Untersuchung der Alpen	1564.	413
Geologische Systeme Deutschlands	1565.	413
Melaphyre der Ostalpen	1566.	414
Theorie der Dolomite	1567.	414
» » Findlingsgesteine	1568.	415
Studium der Versteinerungen	1569.	415
Rückblick	1570.	415
Friedr. Hoffmann	1571.	415
Geologische Karten. von Dechen, Naumann, Cotta	1572.	416
Geologie in England	1573.	416
W. Smith's Arbeiten	1574.	417
Anregung durch dieselben	1575.	417
Neuere englische Geologen	1576.	418
Murchison	1577.	418
De la Bêche	1578.	419
Lyell	1579.	419
Cuvier und Al. Brongniart	1580.	420
Dufrénoy und Elie de Beaumont	1581.	420
Neuere französische Geologen	1582.	421
Schweizerische Geologen	1583.	421
Greßly	1584.	422

	§.	Seite.
Ebel. Lardy	1585.	422
B. Studer	1586.	422
B. Studer und A. Escher von der Linth	1587.	423
Venetz. Charpentier. Agassiz	1588.	423
Neuere italienische Geologen	1589.	424
Nordamerika	1590.	424
Schwebende Fragen. Metamorphismus	1591.	425
In den Alpen	1592.	425
Findlingsgesteine	1593.	425
Untersuchung ferner Länder	1594.	425
Paläontologie. Zwei Epochen	1595.	426
Pittoreske Periode. Scilla. Knorr. Zieten	1596.	426
Neuere Periode	1597.	427
Lamarck	1598.	427
Defrance, Deshayes	1599.	428
Muscheln der Tertiärformation	1600.	428
» » secundären Gebilde	1601.	428
» » Uebergangsgebilde	1602.	428
Bearbeiter einzelner Klassen	1603.	429
Allgemeinere Werke	1604.	429
L. v. Buch. Agassiz	1605.	430
Bronn. Pictet. d'Orbigny	1606.	430
Cuvier	1607.	430
Gesetz der Correlation der Charaktere	1608.	431
Nachfolger Cuvier's. Fossile Säugethiere	1609.	432
Fossile Reptilien	1610.	432
Fossile Fische. Agassiz	1611.	432
Alle Arten untergegangen	1612.	433
Embryonale Entwickelung	1613.	433
Fossile Pflanzen	1614.	433
Bearbeiter derselben	1615.	434
Tendenzen der Paläontologie	1616.	434
Jetzige Hauptfragen	1617.	435

Digitized by Google

Geschichtete Gesteine.

IV. Jetzige Bildungen.

Die in dem ersten Bande abgehandelten Formationen gehören alle einer §. 834.
vorgeschichtlichen Zeit an, während welcher das Menschengeschlecht noch nicht auf der Erde existirte. Aus der Lagerung der Schichten, der Aufeinanderfolge der verschiedenen Schöpfungen, deren Reste in den Gesteinen enthalten sind, hat man die frühere Geschichte unseres Erdkörpers theilweise erschließen können. Diese Geschichte setzt sich in unseren Zeiten noch fort; die Kräfte, welche einst wirkten, haben auch jetzt noch ihre volle Geltung und es bedürfen demnach die in den älteren Epochen beobachteten Erscheinungen ihrer Erklärung eine genaue Beobachtung desjenigen, was unter unseren Augen vorgeht. Das wesentlichste Hinderniß, welches dieser folgerechten, genauen Beobachtung des Kreises von Erscheinungen, deren Zeugen wir sind, entgegensteht, ist meistens die Länge der Zeit, innerhalb welcher die verschiedenen Phänomene sich entwickeln, während unsere Beobachtungszeit nur sehr kurz ist. Die Wirkungen der Kräfte, die unaufhörlich thätig sind, werden uns erst sichtbar, wenn sie ein gewisses Maß, eine Größe erreicht haben, die unseren Sinnen zugänglich ist; und um dieses Maß zu erreichen, bedarf es oft einer Reihe von Jahrhunderten, in welche selbst unsere Fabeln und Mythen nicht hinaufreichen. Die gewaltigen Erscheinungen, welche hie und da zuweilen plötzlich mit ungemein in die Augen springenden Wirkungen vortreten, sind im Verhältniß zu den still und unausgesetzt wirkenden Kräften nur äußerst unbedeutend; sie erscheinen uns furchtbar, weil sie uns selbst mehr betreffen als den Erdball, auf welchem sie entweder keine oder nur höchst geringe Spuren zurücklassen.

Wollte man auf eine nähere Analyse aller Erscheinungen eingehen, §. 835.
welche jetzt zu der Bildung unseres Erdkörpers und der Entwickelung desselben beitragen, so würde dieß ein Gemälde der ganzen Natur verlangen. Es kann demnach hier nur von denjenigen Erscheinungen geredet werden, welche in wesentlicher Beziehung zu dem Aufbau der geschichteten Gesteine stehen, und da diese vor allen durch den Einfluß des Wassers sich bilden,

so wird unsere hauptsächlichste Aufgabe sein, die Wirkungen des Wassers in der jetzigen Periode zu untersuchen und zu zeigen, wie einerseits dasselbe zum Aufbaue der Schichten, andererseits zur Degradation des Vorhandenen beiträgt. Die verschiedenen Aggregationszustände, unter welchen das Wasser thätig ist, sowie die besondere Art der Wirkung würden die Haltpunkte zur Gruppirung der einzelnen Thatsachen liefern müssen.

I. Die durch das Wasser bedingten Neubildungen.

a) Das Wasser in fester Form.

§. 836. Das Wasser in fester Form, unter der Gestalt von Schnee und Eis, ist für den Geologen namentlich in jüngster Zeit wichtig geworden, seit man in diesem starren Wasser einen wesentlichen Hebel zur Fortschaffung von Felsblöcken und Trümmern erkannt hat. Schnee und Eis bedecken die beiden Pole der Erde bis zu einer gewissen Breite in zusammenhängender Decke; in den kalten, gemäßigten und heißen Zonen hingegen ist ihre dauernde Existenz an einige Bedingungen geknüpft, deren wesentlichste die Erhebung der Gebirge über den Meeresspiegel und die dadurch bedingte Abnahme der Temperatur ist. Die höheren Gebirge sind deshalb bis auf eine gewisse Höhenlinie, deren Erstreckung indeß mancher Schwankung unterworfen ist, mit ewigem Schnee und Eis bedeckt. Bestimmende Ursachen der Höhe, in welcher bei einem speciellen Berge die untere Schneegrenze sich findet, sind noch besonders: die Temperaturdifferenzen der verschiedenen Jahreszeiten, indem durch heiße Sommer, auch bei verhältnißmäßig sehr kaltem Winter, die Schneegrenze bedeutend hinaufgerückt wird, während ein Ort von gleicher mittlerer Jahrestemperatur mit verhältnißmäßig kühlen Sommern und weniger kalten Wintern eine bei weitem niedere Schneegrenze zeigt; die Richtung der herrschenden Winde, ihre Berührung auf dem Wege mit Meer oder Festland, trockenen oder feuchten Luftschichten, wodurch z. B. auf dem Südabhange des Himalaya die Schneegrenze weit tiefer hinabsinkt, als auf der Nordseite, weil die Winde von Norden über den trockenen Continent Centralasiens, die von Süden über das Meer heranstreichen und mit Wasserdunst beladen, denselben an der Bergkette absetzen; die Stellung des Berges, seine Isolirung, die Gestalt seiner Abhänge, sein Verhältniß zu umliegenden Bergen. Auf einem isolirten Kegelberge mit schroffen Abhängen wird die Schneegrenze weit höher liegen, als an einem vielfach zerklüfteten Berge mit sanften Abhängen, kesselartigen Vertiefungen, der in Mitten einer weit ausgedehnten Kette sich findet.

Bei der Zusammenstellung zahlreicher Messungen verschwinden indeß diese, gleichsam zufälligen oder individuellen Verhältnisse der einzelnen Berge, und man hat jetzt aus mannichfaltigen Thatsachen folgende Angaben über die Höhe der Schneegrenze in verschiedenen Zonen. §. 837.

	Breitegrad nach Norden.	in Meter Höhe.	
Unter dem Aequator bei Quito	0	4824	Südamerica
Vulcan Puracé	2° 18′	4688	
Vulcan Tolima	4° 46′	4670	
Sierra Nevada di Merida	8° 5′	4550	
Abyssinien	13° 10′	4287	Africa
Mexico	19°	4500	Mittelamerica
Himalaya (Nordabhang)	31°	5067	Centralasien
» (Südabhang)	31°	3956	
Hindu-Kho	34½°	3956	
Sierra Nevada de Granada	37° 10′	3410	Spanien
Aetna	37½°	2905	Sicilien
Argäus-Berg	38° 33′	3262	Kleinasien
Ararat	39° 42′	4318(?)	
Pyrenäen	43°	2728	Europa
Elbruz (Caucasus)	43° 21′	3372	Armenien
Alpen	46°	2708	Mitteleuropa
Altai	50°	2144	Mittelasien
Unalaschka	53° 44′	1070	Kamtschatka
Schevelutsch, Vulcan	56° 40′	1600	Aleuten
Nördlicher Ural	59° 40′	1460	Sibirien
Aldan	60° 55′	1364	
Norwegen	60—62°	1560	Nordeuropa
Öster Søkul	65°	936	Island
Norwegen	67°	1266	Nordeuropa
»	70°	1072	
» (Insel Mageroe)	71°	720	

Es zeigt sich aus dieser Tabelle, wie mit Zunahme der Breitegrade und dem Fortschreiten gegen den Pol hin die Schneegrenze immer näher an das Niveau des Meeres hinabsinkt. §. 838.

Durch die Untersuchungen der neuesten Zeit sind namentlich die in den Alpen befindlichen Schnee- und Eismassen, welche die tieferen Alpenthäler und die Hochregionen bedecken, nach allen Seiten hin auf das Genaueste untersucht worden und wir wählen daher diese als typisches Beispiel, um später nachzuweisen, in welchem Verhältniß das Polareis und die

Gletscher anderer Gebirge zu denen der Alpen stehen. (S. Tafel I. Fig. 351.)

Karte des Unteraargletschers.

a. Firnfeld des Lauteraar. *b.* Firnfeld des Finsteraar. *c.* Firnfeld des unteren Grindelwaldgletschers. *d.* Firnfeld des oberen Grindelwaldgletschers. *e.* Oberaargletscher. *f.* Mittelmoräne. *g.* Aarfluß. *h.* Schreckhorn. *i.* Finsteraarhorn. *k* Oberaarbach. *l* Abschwung. *m.* Ewigschneehorn. *n.* Strahleck. *o.* Seitenmoränen.

Die Eis- und Schneemassen der Hochregionen zerfallen in mehre bestimmte Regionen, welche sich durch den verschiedenen Zustand des gefrorenen Wassers unterscheiden. Die höchsten Abhänge und steilen Wände sind von den Schneefeldern bedeckt, in welchen entweder ein feiner, staubiger Schnee oder festes, glattes Eis sich zeigt; die Hochthäler und tief eingeschnittenen weiten Reservoirs, welche unter den schroffen Kämmen sich finden, werden von Massen körnigen Schnee's ausgefüllt, der über einander geschichtet ist und in seinen unteren Schichten allmählich in körniges blasiges Eis übergeht. Diese Massen körnigen Schnee's heißen der Firn (Névé) und bilden mit den Schneefeldern zusammen, die über der Schneegrenze befindlichen Reservoirs, *a b* auf der Karte Fig. 351, aus welchen die eigentlichen Gletscher ernährt werden. Diese verhalten sich etwa zu den Schnee- und Firnfeldern, wie ein Fluß zu dem See, der ihn ernährt; die Gletscher steigen durch die Alpenthäler hinab und, wie natürlich, steht ihre Länge und Größe in geradem Verhältniß zu der Größe und Ausdehnung der Firnfelder, von welchen aus sie ernährt werden. Das Gletschereis ist, eine Folge seiner Entstehung aus den Firnkörnern, aus einzelnen Fragmenten zusammengesetzt, welche ihm eine rauhe Oberfläche ertheilen.

Die Gletscher bewegen sich in ihrer ganzen Masse unaufhaltsam und beständig nach den Thälern hinab; ihrer Ausdehnung nach unten wird eine Grenze gesetzt durch die wärmere Temperatur, in welcher sie anlangen, und wodurch das Schmelzen des Eises bewirkt wird. Je größer die von einem Firnfelde ausgehende Masse ist, desto mehr Zeit bedarf es auch, um dieselbe zu schmelzen, und desto weiter in die Tiefe rückt demnach auch der Gletscher vor. Die Ursache der Gletscherbewegung ist noch nicht vollständig ermittelt; es scheint indeß, als sei dieselbe aus mehren Elementen zusammengesetzt, unter welchen namentlich die Schwere, die Beweglichkeit der Eisfragmente, das Gefrieren des in den Haarspalten des Gletschereises einsickernden Wassers und vielleicht auch der hydrostatische Druck desselben eine wesentliche Rolle spielen. Durch vergleichende Messungen, welche namentlich auf dem unteren Aargletscher ausgeführt wurden, hat man nachgewiesen, daß für diese Bewegung der Gletscher von oben nach unten folgende allgemeine Gesetze gelten:

§. 839. 1) Die Bewegung der Gletschermitte ist schneller, als die der Ränder. Es

verhält sich in dieser Beziehung der Gletscher durchaus wie ein Strom, in welchem ebenfalls das Wasser in der Mitte weit schneller fließt, als an den Rändern. Eine quer über einen Gletscher gezogene gerade Linie bietet deshalb nach einiger Zeit einen Bogen dar, dessen mittlere Krümmung stets bedeutender wird.

2) Die Bewegung geht ununterbrochen fort, steht aber im Verhältniß zu der Witterung. Bei kaltem Wetter ist das Vorrücken langsamer, als bei warmem; in strenger Winterkälte sinkt es auf ein Minimum zurück.

3) Das Maß der Bewegung ist für die einzelnen Gletscher verschieden in ihren verschiedenen Theilen. Der am genauesten untersuchte Aargletscher bewegt sich etwa in der Mitte seiner Länge am schnellsten, um 84 Meter jährlich, während nach unten hin die Bewegung graduell abnimmt und fast am Ende des Gletschers, sich zu der genannten Summe verhält wie 23 zu 37. Eine natürliche Folge dieser nach unten abnehmenden Bewegung ist die graduelle Compression des Eises, welches nach dem Thalende hin stets dichter wird, so daß ein Cubikmeter Eis, am Ende des Aargletschers genommen, 72 Kilogramm mehr wiegt, als eine gleiche Masse in der Mitte seiner Länge ausgehauen. Vergleichende Untersuchungen müssen noch lehren, ob diese allmähliche Abnahme der Bewegung ein allgemeines Gesetz sei oder nur in besonderen Verhältnissen des Aargletschers beruhe.

Mit der Gletscherbewegung darf das Vorrücken des Gletscherendes nicht verwechselt werden. Die Gletschermasse bewegt sich beständig nach unten, das Abschmelzen verringert die Masse beständig, der Gletscher hört demnach an dem Punkte auf, wo beide Elemente einander das Gleichgewicht halten. Treten kühle, regnerische Jahre ein, während welcher viel Schnee fällt und wenig abschmilzt, so tritt das zerstörende Element zurück und die Gletschermasse rückt weiter in das Thal herab; ist im Gegentheile das Abschmelzen überwiegend, so werden Theile des Thales entblößt, die vorher mit Eis überdeckt waren, und der Gletscher zieht sich scheinbar zurück, indem unten mehr von seinem Ende abschmilzt, als Masse von oben nachrückt. Die günstigsten Klimata für Entwickelung und große Ausdehnung der Gletscher sind daher diejenigen, wo kühle Sommer und wenig kalte Winter herrschen und die Luft viel Feuchtigkeit enthält und niederschlägt; weshalb dann auf Inseln und am Meeresufer die Gletscher weit tiefer verhältnißmäßig herabgehen, als in trockenen Klimaten. §. 840.

Die Masse Eis, welche einen Gletscher bildet, ist oft ungeheuer. Es giebt in den Alpen Gletscher, deren Länge mehr als 5 Stunden beträgt, und man hat Stellen gemessen, wo das Eis eine Mächtigkeit von 800 Fuß und mehr hatte. Die Breite der Eisströme ist meistens durch die Beschaffenheit der Thäler bedingt und deshalb in den Alpen meist weit bedeutender in der Höhe, an der Stelle der Firnfelder, als in den tieferen Gegenden. §. 841.

§. 842. Alle Gletscher besitzen **Moränen**, oder Steinwälle, welche aus Schutt und Trümmern der umgebenden Felsen zusammengesetzt sind. Man unterscheidet drei Arten von Moränen: Seitenmoränen oder Gandecken, Mittelmoränen oder Gufferlinien, Endmoränen oder Stirnwälle. Die **Seitenmoränen** (*o* auf der Karte Fig. 351) bilden lange Linien von Wällen, welche von beiden Seiten her den Gletscher einfassen und längs der Ufer hin von dem Eise fortbewegt werden, auf welchem sie ruhen. Stoßen zwei Gletscher in demselben Thalbette zusammen, wie dies sehr häufig der Fall ist, so vereinigen sich die beiden, einander zugewandten Seitenmoränen zu einer **Mittelmoräne** oder Gufferlinie, welche als langer Steinwall auf der Mitte des Gletschers fortgeschoben wird. Mit jedem neuen Zuwachse des Gletschers durch eine Vereinigung entsteht deshalb auch eine neue Mittelmoräne und daher die Regel, daß ein Gletscher aus so viel einzelnen Zuflüssen zusammengesetzt ist, als er Mittelmoränen zeigt, wenn man zu diesen noch Eins hinzuzählt. Ein Gletscher mit einer Mittelmoräne, wie der Aargletscher, ist demnach aus zwei Armen, einer mit 3 aus 4 Armen zusammengesetzt rc. (Fig. 352 s. nebenstehende S.) Auf der beiliegenden Ansicht des Vieschgletschers in der Mitte seines Laufes sieht man sehr schön, wie die Mittelmoräne *a a* allen Krümmungen des langen Gletscherthales folgend, sich stets in der Mitte des Gletschers erhält, während auf dem Aargletscher (Fig. 351) die Mittelmoräne *f f* allmählich durch den mächtigeren Gletscherarm des Finsteraar *b*, nach der Seite hinübergeschoben wird. Die **Endmoräne** bildet einen Wall vor dem Thalende des Gletschers, dessen Zusammensetzung wir sogleich näher betrachten werden.

Der Vieschgletscher im Canton Wallis an dem südlichen Abhange des Finsteraarhornkammes.

a a. Die Mittelmoränen. *b*. Das Finsteraarhorn. *c* Das Firnfeld, welches den Gletscher ernährt und sich weit hinter den Felskämmen, die den Gletscher einschließen, hinzieht.

Das Material der Moränen wird geliefert durch die Verwitterung der Felsufer, welche das Gletscherthal bilden. Je leichter diese zertrümmern, desto mehr Blöcke fallen auf den Gletscher und die fortschreitende Bewegung desselben führt dieselben zu Thal. Da die Blöcke, welche auf dem Eise getragen werden, mit demselben fortbewegt werden, wie auf einem Schlitten, so erleiden sie weiter keine Veränderungen und behalten deshalb ihre scharfen Ecken. Dies ist namentlich auffallend an den Gufferlinien, wo man die Blöcke ganz fand auf dem Eise liegen, während die Blöcke der Seitenmoränen oft in Spalten zwischen den Gletscher und die Felswand gerathen und dort aberundet werden. Indeß bleibt es durchgreifendes Gesetz, daß alle auf der Gletscheroberfläche fortbewegten Blöcke, welche die Moränen zusammensetzen, durchaus frische Bruchflächen und scharfe Ecken und Kanten behalten.

Diejenigen Trümmer, welche durch Spalten auf den Gletscherboden §. 844.
oder zwischen den Gletscher und seine Uferwände fallen, werden unter der ungeheuren Eismasse, welche auf ihnen lastend sich fortbewegt, entweder zu feinem Sande zerrieben oder doch wenigstens abgerundet und geglättet, so daß sie einigermaßen Rollsteinen ähnlich sehen, nur mit dem Unterschiede, daß sie feine Streifen auf ihrer Oberfläche zeigen. Unter allen Gletschern findet sich eine solche Schlammschicht, aus Sand und Grand, größeren und kleineren abgeriebenen und geritzten Fragmenten bestehend, welche beständig am Thalende durch die Bewegung des Gletschers ausgestoßen und deren feinere Sandtheile und kleinere Gerölle durch den dem Gletscher entströmenden Bach theilweise weggeführt werden. Wie bedeutend die Menge des so weggeführten Sandes sei, kann man daraus entnehmen, daß im Durchschnitte ein Cubikmeter Wassers, einige Meter unterhalb des Gletscherthores aus der Aar geschöpft, 142 Gramme Sand in Suspension enthielt. Da nun in der Mitte Augusts die Aar während 24 Stunden 2 Millionen Cubikmeter Wasser lieferte, so folgt daraus, daß in dem Zeitraume eines Tages 284374 Kilogramme aufgeschwemmten Sandes weggeführt wurden.

Die abgerundeten und gestreiften Gerölle der Bodenschicht nebst dem §. 845.
von dem Bache nicht weggeführten Sande häufen sich vor dem Gletscher an und bleiben liegen, sobald dessen Thalende zurückweicht. Sie vermengen sich hier mit den Trümmern, die von dem Gletscher fallen und bilden so die Endmoräne, welche mithin aus Sand, gestreiften Geröllen, Schlamm und ähnlichem geriebenen Gesteine besteht, auf welchem die eckigen, scharfkantigen Fragmente abgelagert sind, welche von dem Gletscher und besonders den Mittelmoränen her sich der Endmoräne zugefügt haben. Diese bildet mithin einen aus zwei verschiedenen Elementen, geriebenen und scharfkantigen Trümmern zusammengesetzten Wall, während die Seiten- und Mittelmoränen nur aus einfachen scharfkantigen Trümmern zusammengehäuft sind. Einen wunderschönen gürtelförmigen Wall dieser Art zeigte im Jahre 1839 der Vieschgletscher (Fig. 353 s. folgd. S.).

Da durch die Bewegung alle Gesteine, mögen sie auch noch so hoch oben im Gletscherthale anstehen, nach unten in das Thal gebracht werden, so bildet eine Moräne eine Sammlung aller Arten von Gesteinen, welche in der ganzen Ausdehnung des Gletscherthales sich finden. Wenn daher, wie es häufig der Fall ist in den Alpen, ein Gletscherthal hoch oben im Gneiße beginnt, und durch Granit und Kalk sich fortsetzt, so liegen in der aus Kalk gebildeten Ausgangsöffnung Gneiß und Granitblöcke auf dem Kalkboden.

Die bei dem Abschmelzen des Gletscherendes zurückbleibenden Ablage- §. 846.
rungen von Trümmern bilden theils ausgebreitete Lager auf dem Thalboden, von geritzten Rollsteinen, mit Sand und Grand gemengt und aus einzelnen

Endmoräne des Vieschgletschers.

a. Der Gletscher. *b.* Die gürtelförmige Endmoräne. *c.* Felswände des Thales.
d. Der Gletscherbach. *e.* Polirte und gestreifte Rundhöcker. *f.* Wasserschliffe.

Fig. 353.

größeren Blöcken darauf, theils hie und da concentrische Wälle, deren Convexität meist thalabwärts gerichtet ist, die im Ganzen die Form des unteren Gletscherendes abzeichnen, und mit Wällen, welche sich längs der Seitenwände des Thales hinziehen, zusammenhängen. Die horizontalen Ablagerungen werden einzig von der Schlammschicht und ihren Rollsteinen gebildet, welche der Gletscher besonders bei schnellem Zurückweichen zurückläßt, nur hier und da einzelne Blöcke darauf zerstreuend; während bei längerem Stehenbleiben auf einer gewissen Grenze dort eine Menge Blöcke nach und nach angehäuft werden, welche dann einen concentrischen Wall bilden. Da das Zurückweichen der Gletscher durch die Abschmelzung bedingt ist, so bleiben auch die Seitenmoränen in gewisser Höhe über dem Thalgrunde überall liegen, wo der Abhang der Felswände ihnen einen Stützpunkt gewährt. Auch hier läßt der Gletscher bei schneller Abnahme nur einzelne Blöcke, während er bei längerem Anhalten in einem gewissen Niveau gehäufte Wälle zurückläßt, die besonders oft auf den Terrassen der Seiten der Thalwände sich zeigen. So zeigen sich auf den Thalwänden des Unteraargletschers die alten Seitenmoränen nur auf der Grenzlinie der Schlifffläche, wo eine Terrasse ihnen einen Anhaltspunkt gewährt (s. Fig. 354 *b b*), während auf

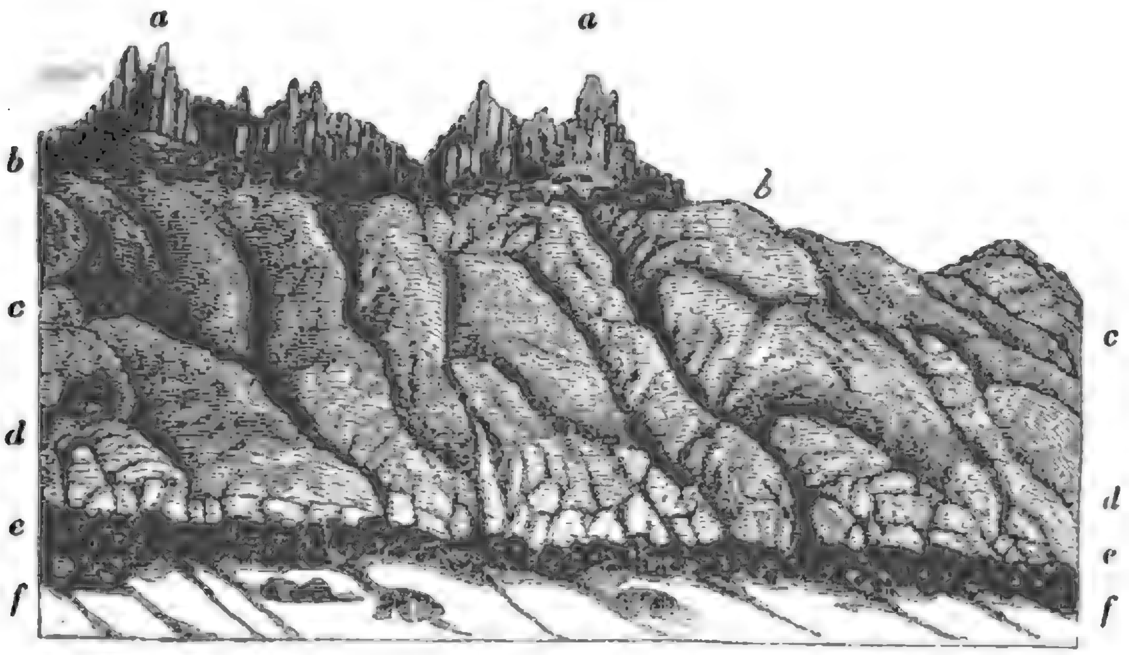
Digitized by Google

den steilen Flächen *cc* nur hie und da ein zerstreuter Block gefunden wird.

Die Beobachtung lehrt demnach, daß alle Gletscher die Trümmergesteine, welche sie durch ihre Bewegung von dem Orte ihres Anstehens fortführen, in bestimmter Form aufhäufen und zurücklassen, als Seiten oder Querwälle von unregelmäßig durcheinandergewirrten, scharfkantigen Trümmern gebildet, oder als mehr flächige Ausbreitungen abgerundeter und gestreifter Rollsteine mit Sand vermischt. Sehr oft ruhen die Wälle und die kantigen Trümmer auf diesen Betten von gestreiften Rollsteinen und Sandablagerungen. §. 847.

Eine Eismasse von oft 1000 und mehr Fuß Mächtigkeit, die sich über einen Boden hinbewegt, kann nicht ohne Einwirkung auf denselben bleiben. Die Felsen des Thalgrundes und der Seitenwände werden abgerundet, ihre Flächen geebnet, ihre Ecken abgenutzt und die ganzen Gesteine gleichmäßig geschliffen und förmlich polirt. Die Schliffflächen längs des Unteraargletschers (Fig. 354) sind von ausgezeichneter Schönheit und gehen unmittelbar §. 848.

Fig. 354.



Schlifffläche auf dem linken Ufer des Unteraargletschers.

a a. Verwitterte Spitzen des Gebirges. *b. b.* Altes Gletscherufer mit Blöcken besäet. *c. c.* Polirte Felswände. *d. d.* Frische Schliffflächen ohne Flechten. *e. e.* Seitenmoränen. *f. f.* Eis des Unteraargletschers.

in die frischen unter das Gletscherniveau sich fortsetzenden Flächen *dd* über. Eine Ansicht der flächenartig auf horizontalem Boden sich zeigenden Schliffflächen bietet Fig. 354 *ee*, wo zugleich der Unterschied von Wasserschliffen (*ff*) sehr schön erkannt werden kann. Man ist an vielen Stellen unter den Gletscher vorgedrungen und hat dort überall auf den Felsen diese glatten Schliffflächen gefunden, welche über alle Gesteine gleichmäßig weggehen. Ein Spath- oder Quarzgang in dem Kalk, Abwechselung här-

terer und weicherer Bänder in dem Gneiß, Granit oder Glimmerschiefer übt durchaus keinen Einfluß auf die Abnutzung der Felsen, welche sich in gleicher Fläche über alle diese Wechsel des Gesteines hinzieht.

§. 849. Die Schliffflächen, welche der Gletscher offenbar hervorbringt, zeichnen sich sowohl durch diese gleichmäßige Flächenausbreitung, als auch durch ein zweites charakteristisches Zeichen aus; durch eine Menge feiner, geradliniger, mehr oder minder paralleler Ritzen und Streifen, welche auf der Oberfläche der Schliffe eingegraben sind. Diese Ritzen und Streifen, welche von der Structur, Krystallisation, Schieferung oder Schichtung der Gesteine durchaus unabhängig sind, folgen im Allgemeinen stets der Richtung, in welcher der Gletscher sich fortbewegt, und man kann aus der Direction, welche diese Streifen zeigen, auf die Richtung der Bewegungsaxe des Gletschers schließen. Gleiche Ritzen und Streifen zeigen die Rollsteine, welche auf dem Gletscherboden in dem Schlammbette liegen, und offenbar beruhen die Ritzen der Felsflächen und der Rollsteine auf derselben Ursache, auf der Einwirkung der härteren Felsstückchen und Kryställchen auf die polirten Flächen. Eingebacken in dem Eise, wie in einer Handhabe, werden diese härteren Partikeln über die Gesteine hinbewegt unter einem ungeheuren Drucke und graben, wie der Grabstichel eines Kupferstechers, die Richtung ihrer Bewegung in das Gestein ein.

Die aufmerksamste Beobachtung hat erwiesen, daß von Wasser geglättete Felsen nie solche Streifen zeigen, wie die eben angeführten; daß vom Wasser gebildete Rollsteine niemals Streifen haben, sondern daß im Gegentheile bei nur sehr kurzem Transporte durch Bäche und Ströme die Streifen durch die Abnutzung der Rollsteine und der Felsflächen verschwinden, wie dieß sich deutlich auf Fig. 353 zeigt, wo der Bach des Vieschgletschers sich sein Bette in den grobkörnigen Granit des Thalgrundes eingefressen hat und überall, wo seine Erosion thätig gewesen ist, in Folge derselben die Gletscherschliffe *e e* durch Wasserschliffe *f f* ersetzt wurden.

§. 850. Eine solche Zusammenstellung äußerst verschiedener Phänomene, geglätteter und geradlinig geritzter Felsen, abgenutzter Rollsteine mit geradlinig eingegrabenen Ritzen und Streifen, vermischt mit Sand und Grand, und darauf gelagerter scharfkantiger Blöcke und Trümmer, welche öfters zusammenhängende Wälle bilden, die ein Thal quer zu schließen scheinen; eine solche Zusammenstellung kann nur durch Gletscher hervorgebracht werden und überall, wo eine solche Zusammenstellung existirt, muß auch nothwendiger Weise gefolgert werden, daß Gletscher einst an diesem Orte existirten. Es wurde im vorigen Bande schon auseinandergesetzt, welche Ausdehnung diese alten Gletscher erlangten und bis zu welchen Grenzen hin auch anderweitige Beweise für diese, jetzt wohl erwiesene, ältere Ausdehnung der Gletscher sprechen. Zur Vervollständigung des hier über die heutigen Glet-

scher Gesagten bedarf es aber noch einiger Worte über die Gletscher der Polargegenden und die von ihnen bedingten Erscheinungen.

Unter den nordischen Gletschern sind namentlich die von Spitzbergen durch neuere Untersuchungen bekannter geworden. Es fehlen hier jene engen Schluchten und hohen Bergkämme, zwischen welchen die Gletscher der Alpen zu Thale steigen; die Gletscher, welche die weiten Thäler ausfüllen, gleichen deshalb mehr in jeder Beziehung den Firnfeldern der Alpen. Die Polargletscher, deren Thäler meist bis zum Meere reichen, bewegen sich bis in dieses hinein. Das Meer schmilzt den Gletscher auf dem Grunde ab, und dieser bewegt sich so lange vorwärts, bis das Gewicht der über das Meer hinausragenden Eismasse über ihre Cohäsion das Uebergewicht erhält, wo dann die gewaltigen Eismassen abbrechen, auf dem Meere weiter geflößt werden und so jene schwimmenden Eisberge bilden, welche den Schiffern in den Polargegenden so gefährlich werden. Diese schwimmenden Eisberge, welche oft mehre 100 Fuß über dem Wasser hervorragen, mithin eine gewaltige Höhe besitzen, rühren sämmtlich von wahren Gletschern her, während das Ufereis und die Eisbänke, die sich durch Gefrieren des Meeres bilden, zwar nur verhältnißmäßig geringe Dicke besitzen, aber doch auch durch weite Ausdehnung wichtig werden können. §. 851.

Die Gletscher von Spitzbergen zeigen zu beiden Seiten kaum Spuren von Moränen, da die stets mit Schnee bedeckten Felsen kaum verwittern; in etwas südlicher liegenden Gegenden aber finden sich Moränen, welche sehr häufig auf den von dem Gletscherende losbrechenden Massen liegen bleiben und, auf diesem Treibeise schwimmend, nach anderen Gegenden, der Meeresströmung nach, geflößt werden. Ebenso hat man in nordischen Gegenden beobachtet, daß auf dem Lande längs den Flußufern zerstreute Trümmer vom Eise des Meeres sowohl als der Flußmündungen eingebacken und beim Eisgange nachher aufgehoben und weiter geflößt wurden, bis der Eisblock, der die Trümmer schwebend erhielt, so weit zusammenschmolz, daß er nicht mehr hinreichte, den Block schwimmen zu machen. Blöcke von ziemlich bedeutenden Dimensionen sind auf diese Art, z. B. über den finnischen Meerbusen hinübergeschafft worden und längs der norwegischen Fiorde, der Buchten und Strommündungen Nordamerica's und Sibiriens sieht man weite Strecken, welche mit solchen vom Treibeise aufgehobenen, weggeflößten und später gestrandeten Blöcken bedeckt sind. §. 852.

Die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der nordischen und der am Südpole gelegenen Gletscher und Eisbildungen beruhen demnach auf der Nähe des Meeres, durch dessen Strömungen das Treibeis mit den darin eingeschlossenen Felstrümmern nach anderen Gegenden geschafft wird. Die meisten dieser Trümmer fallen ohne Zweifel auf den Boden des Meeres und verhältnißmäßig nur wenige langen an fernen Gestaden an, wo das Treibeis §. 853.

strandet und seine Einschlüsse ablädt. Wenn es somit erwiesen ist durch die Beobachtung, daß große, eckige Blöcke durch Treibeis in weite Fernen von ihrem Ursprungsorte geschafft werden können, so darf nicht vergessen werden, daß die Zerstreuung solcher Blöcke allein nicht für die eine oder andere Art der Wegschaffung spricht und daß die begleitenden Phänomene entscheiden müssen, ob gewisse kantige Blöcke durch Treibeis oder durch Gletscher an ihrem jetzigen Lagerungsorte abgesetzt wurden. Finden sich außer den Blöcken die den Gletschern eigenthümlichen Erscheinungen, so wird man diesen die Zerstreuung der Trümmer zuschreiben müssen; zeigen sich im Gegentheile Strandbildungen, Schlamm- und Sandablagerungen mit Meeresbewohnern darin in Gesellschaft der Blöcke, so wird man daraus auf Treibeis als fortschaffende Ursache schließen.

b. Das Wasser als Flüssigkeit.

§. 854. Das Wasser in flüssiger Form, wie es das weite Becken des Meeres, die kleineren Räume der Binnenseeen ausfüllt und in unzähligen Quellen, Bächen, Flüssen und Strömen auf der Oberfläche des Festlandes und in dem Inneren der Erdschichten circulirt, hat den wesentlichsten Antheil an den geologischen Erscheinungen der Jetztwelt. Ihm gehört vorzugsweise die Schichtbildung an; die bis jetzt betrachteten Gesteine älterer Formationen sind durch Absatz im Wasser gebildet und es muß deshalb das Studium der Erscheinungen, welche das in unserer jetzigen Periode auf der Oberfläche der Erdrinde und in ihrer nächsten Tiefe befindliche Wasser darbietet, den wesentlichsten Schlüssel zu der Erklärung der bis jetzt betrachteten Sedimentbildungen geben.

Das Wasser zeigt sich auf der Erde in zwei wesentlichen Modificationen; einerseits in seiner größten Ausdehnung als Meerwasser, andererseits auf dem festen Lande in Seeen und Teichen ruhend oder in Strömungen jeglicher Größe als süßes Wasser. Letzteres kommt hinsichtlich seiner Quantität gar nicht in Betracht gegen das Meerwasser, dessen Zusammensetzung, Verhältniß zu dem Festlande ꝛc. schon in dem ersten Kapitel des ersten Bandes S. 43 behandelt wurden. Es bleibt uns somit nur noch von der Entstehung der süßen Wässer und ihrer Vertheilung auf dem Festlande zu reden übrig.

§. 855. Die Quellen finden ihre Wurzeln ohne Zweifel in dem aus der Atmosphäre theils durch Verdichtung, theils durch Niederschlag stammenden Wasser. In denjenigen Ländern, in welchen kein Regen fällt, giebt es nur dann Quellen, wenn die geologische Constitution des Landes und des Bodens sie von weit her unter der Erde durchleitet; da wo periodische Ursachen des Wasserreichthums, periodischer Regenfall, Schneeschmelzen im Früh-

jahre ꝛc. eintreten, fließen auch die Quellen periodisch und versiegen während der trockenen Zeit. Es existirt mithin, abgesehen von den Bodenverhältnissen, ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Regenmenge einerseits und der Häufigkeit der Quellen andererseits.

Ein großer Theil des als Regen gefallenen Wassers kehrt durch Verdunstung in die Atmosphäre zurück, wird zur Ernährung des Vegetationsprocesses verbraucht und nur der Rest dringt in den Boden ein und speist von diesem aus die Quellen und fließenden Wasser. In den Städten und an dicht bewohnten Orten ist die Verdunstung, welche täglich stattfindet, meist sogar weit größer, als die Menge des gefallenen Regenwassers und es kann demnach aus Beobachtungen, in Städten angestellt, das Verhältniß zwischen der gefallenen Regenmenge und der Verdunstung nicht ermittelt werden; der einfachste und sicherste Weg ist der, genau die Grenzen eines Flußgebietes zu bestimmen und nach möglichst wiederholten Beobachtungen der Regenmenge zu berechnen, wie viel Wasser jährlich auf das Flußgebiet fällt. Kennt man nun die jährliche Ausgabe des Flusses, so ergiebt sich aus der Vergleichung beider Zahlen das Verhältniß der Verdampfung und des durch andere Ursachen bedingten Verlustes zu dem fließenden Wasser. Man hat durch Berechnungen dieser Art gefunden, daß die Seine bei Paris nur ein Drittel der auf das Flußgebiet gefallenen Regenmenge wegführt, zwei Drittel hingegen durch Verdampfung in die Atmosphäre verloren gehen, während ähnlichen Berechnungen zufolge, der Rhein bei Basel $^4/_5$ der in der Schweiz gefallenen Regenmenge abführen würde.

Ein wesentliches Mittel zur Condensirung der in der Luft unter der Form von Wolken und unsichtbaren Dünsten schwebenden Wassermenge bieten die Hochgebirge, namentlich diejenigen, deren Gipfel über die Schneegrenze hinausragen. Die Alpen bilden so für das mittlere und südliche Europa eine weite Mauer, an welche die von Süden und Westen herkommenden, mit Wasserdünsten beladenen Luftströme ihr Wasser absetzen, etwa wie der Hauch des Athems sich an kälteren Körpern verdichtet. Ueber der Schneegrenze bilden diese gefrorenen Depôts von Wasser ein stetes Reservoir, das gerade dann besonders seine Quellen fließen läßt, wenn bei der Hitze des Sommers die Verdunstung, die Einsaugung in den ausgetrockneten Boden und der Verbrauch von Wasser durch die Vegetation in der Ebene am größten ist, so daß dort Wassermangel eintreten würde, wenn nicht das Schmelzen des Schnee's und Eises in den Hochregionen den Gletscherbächen eine weit größere Fülle gäbe, als sie in der kälteren Jahreszeit besitzen. — In niederen Gebirgen, welche nicht so bedeutend sich erheben, ist auch die Condensation der Dünste durch den einzigen Temperaturunterschied nicht so bedeutend, als in den Alpen; dagegen wirkt hier eine andere Ursache, die auch in den Voralpen eine Stätte findet, wesentlich ein. Es ist dies die §. 856.

Vegetation und zwar namentlich der Moose und Farren, welche die Berghöhen überziehen und ebenfalls wahre hygroskopische Condensatoren darstellen, deren Wirkung im Großen sehr bedeutend ist. Die Ausholzung der Wälder auf den Gebirgen hat den wesentlichsten Einfluß auf die hydraulischen Verhältnisse der niederen Gebirgsgegenden gehabt, und zwar wesentlich darum, weil durch Vertilgung der Hochstämme das schützende Dach weggenommen wurde, unter welchem die Moosdecke dem Boden beständig das aus der Atmosphäre durch diese Pflanzen verdichtete Wasser zuführte. Das Pflanzengewebe, welches die Moose bildet, ist vor allen anderen ausgezeichnet hygroskopisch; die Moose sind, selbst in der trockensten Jahreszeit, beständig feucht durch Wasser, welches an ihrer Oberfläche verdichtet ist und allmählich an ihnen hinab in den Boden sickert. Auf diese Weise wird eine beständige Feuchtigkeit des Bodens und somit der Quellenreichthum desselben unterhalten, während nach der Abholzung die Bedingungen der Moosvegetation wegfallen und somit auch die beständige Condensation aufhört. Ein fernerer unsäglicher Schaden, welcher aus dem Verluste der Moosdecke durch die Abholzung der Gebirge hervorgeht, besteht in der Bloßlegung des Bodens, welcher meist aus Fels mit einer nur sehr geringen Lage von Dammerde besteht und somit nur wenig Wasser in sich aufnimmt. Die Moosdecke kann eine große Menge Wassers in sich einsaugen, das sie wie ein Schwamm nur nach und nach abgiebt; auf entblößtem Felsboden hingegen findet diese allmähliche Abgabe nicht Statt; bei starkem Regen fließt das Wasser über den Felsboden weg und fällt in das Thal, wo es Ueberschwemmungen verursacht, die somit an Häufigkeit zunehmen, je mehr die Abholzung überhand nimmt.

§. 857. Das Verhalten des Bodens ist von wesentlichem Einfluß für die Aufnahme des Wassers und die Entstehung von Quellen. Felsboden läßt im Allgemeinen nur dann bedeutendere Durchsickerung des Wassers zu, wenn er mehr zerklüftet und zerspalten ist; die überall zerrissenen und zersplitterten Mauern des Jurakalkes und vor allen des Dolomites bieten deshalb stets eine trockene Oberfläche, weil das Wasser durch die zahlreichen Spalten sogleich in die Tiefe sinkt und das compacte Gestein nur wenig in sich aufnimmt. Sandsteine, meist weniger zerklüftet, bieten durch ihre Structur und Porosität gleichsam natürliche Filter dar, in welchen das Wasser sehr langsam, aber gleichmäßig durchsickert, deren Masse beständig durchfeuchtet ist, weshalb sie auch einen vortrefflichen Grund für die Vegetation bieten. In die gewöhnliche Ackererde dringt selbst ein starker Regen selten tiefer als einen halben Fuß; die tiefste Grenze beträgt einen Meter; Thonboden ist durchaus undurchdringlich, während Sand und Geschiebe das Wasser bis in jede Tiefe durchsetzen lassen. Mergel- und Thonschichten bieten deshalb in allen Formationen die natür-

lichen Scheidemauern für das Wasser, zwischen welchen die einzelnen wasserführenden Schichten sich abgrenzen, und in Gebirgen, welche aus abwechselnden Folgen kalkiger und sandiger Schichten mit Thon- und Mergellagern bestehen, wird man stets die Quellen oberhalb dieser Mergellager hervorbrechen sehen. Die meisten Ansammlungen stehender Wasser verdanken wir solchen Thonlagern, welche das Einsickern der Flüssigkeit in die Tiefe verhindern; die Trockenlegung von Sümpfen, Seeen und Torfmooren ist dadurch möglich geworden, daß man an vielen Stellen diese undurchdringlichen Thonlager durchbohrte und dem Wasser einen Abfluß in die Tiefe verschaffte. Die Vegetationsfähigkeit der Oasen in den Sandwüsten beruht einzig auf dem Umstande, daß Thonlager, welche das Wasser zurückhalten, nahe an die Oberfläche des Bodens kommen, während in den übrigen Theilen der Wüste sie mehr in die Tiefe zurücktreten und das Wasser sehr schnell von oben herab durchfiltrirt und die oberen Schichten trocken läßt.

In den meisten Fällen sind es die kleineren unzähligen Spalten der Felsgesteine, welche in den Bodenschichten dem Wasser den nöthigen Abfluß gewähren, zuweilen aber auch finden sich beträchtlichere Spalten, Löcher und Höhlungen, durch welche die Gewässer oft Meilen weit in der Tiefe unter den Schichten sich durchwinden, um später irgendwo an einem tieferen Orte an das Tageslicht zu treten. In Griechenland sind diese Abzugskanäle der Thäler schon aus den Zeiten der Alten unter dem Namen der Katabothra bekannt. Morea besteht aus einer Reihenfolge geschlossener Becken, welchen sehr oft ein Thalriß abgeht, durch welchen das Wasser seinen Abfluß finden könnte; die Wände dieser Kesselthäler sind von zerklüftetem Kalksteine, meist der Kreideperiode angehörig, gebildet. An dem Fuße dieser Kalkwände finden sich trichterförmige Oeffnungen, durch welche die Gewässer ihren Abzug nehmen und sodann an der Außenseite der Kalkschichten als mächtige Quellen wieder erscheinen. Zuweilen sind in der Regenzeit die Katabothra nicht geräumig genug, um dem Wasser seinen vollständigen Abfluß zu gestatten und es entstehen dann temporäre Seeen, die allmählich abfließen. Die Basis der Kesselthäler ist in Griechenland meist von Thon und Mergel gebildet, der von den Strömungen mit in die Katabothra hineingezogen wird, aber offenbar innerhalb der Spaltungen und Höhlungen des Gebirges abgelagert wird, da die Quellen klar zu Tage kommen. In anderen Kalkgebirgen wiederholt sich dieselbe Erscheinung. Der Zirknitzer See in Krain entleert sich theilweise, zuweilen selbst ganz, durch solche unterirdische Kanäle; die Torfmoore von les Ponts bei Neuchâtel, der Lac de Joux im waadtländischen Jura ernähren ähnliche trichterförmige Abflüsse. §. 859.

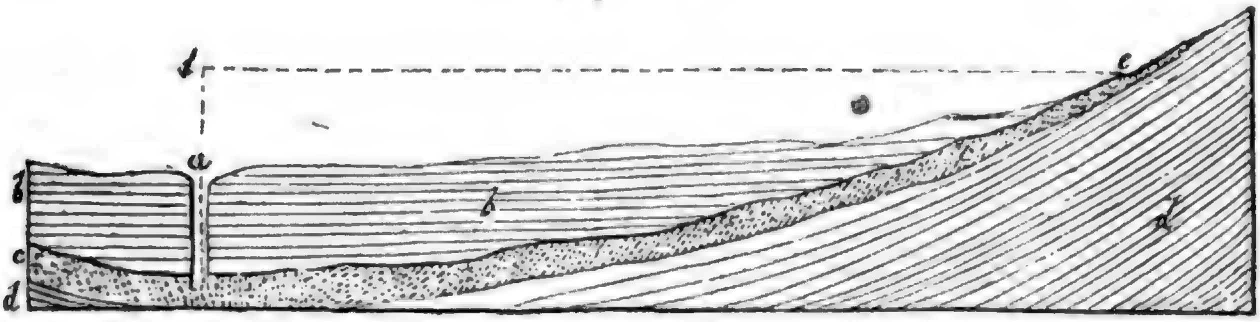
Solche größere Abzugskanäle, welche wahrscheinlich im Inneren des

Gebirges durch bedeutende Höhlen und Spalten durchdringen, liefern dann auch ungemein mächtige Quellen, die als Flüsse und Bäche hervortreten. Die Quelle der Sorgue bei Vauclûse liefert in der trockenen Jahreszeit 444 Cubikmeter, in der wasserreichen hingegen 1330 Cubikmeter Wasser in der Minute; die Serrière bei Neuchâtel, die Birs bei Tavannes, der Mühlbach bei Biel, die Orbe im Waadt treten aus dem Felsen mit einer solchen Mächtigkeit, daß sie bei ihrem Ursprunge Mühlräder zu treiben vermögen; der Loiret trägt sogar Dampfschiffe bis an seine Quelle.

§. 859. Die Circulation des Wassers zwischen den einzelnen Schichten der Erdrinde hat namentlich zu der Errichtung artesischer Brunnen Veranlassung gegeben und es ist hier nöthig, noch einmal darauf zurückzukommen, da die Wichtigkeit derselben von Tag zu Tage zunimmt. Es wurde eben bemerkt, daß die Thon- und Mergelschichten, welche in allen Formationen fast sich finden, gleichsam die Grenzmarken der Wassergebiete in verticaler Hinsicht bilden; daß das Wasser nur so weit einsickert, bis es eine undurchdringliche Schicht antrifft und daß ebenso es nicht an die Oberfläche kommen kann, wenn eine undurchdringliche Schicht oberhalb sich befindet. Sandige Schichten dagegen, welche stets das Wasser begierig einsaugen und mit großer Leichtigkeit durchsickern lassen, bieten dann vortreffliche Wasserbehälter dar, wenn unter ihnen sich eine Thonschicht findet, die das Wasser zurückhält. Dieses verbreitet sich um so mehr dem Gefälle der Schichten nach, als die Schichtflächen stets mehr oder minder große Absonderungsspalten darbieten und durch sandige oder poröse Lager von einander getrennt sind, welche dem Wasser Durchzug gewähren. Deshalb wird man an Gebirgen, wo die Schichten mehr oder minder geneigt sind, die Quellen besonders an der Neigungsfläche finden; so an dem Schweizerischen Jura gegen die Molasse hin; in der Gegend von Bern an den Nordabhängen; im Badenschen an den Westgehängen des Schwarzwaldes u. s. w. Finden sich unter den geneigten Schichten Sandlager, so werden diese besonders wasserführend sein und das von ihnen geführte Wasser wird an den Mergellagern zu Tage kommen. In Becken, wo die Schichten am Rande, wenn auch nur seicht gehoben sind und gegen den Mittelpunkt des Beckens einschießen, wird das von den Sandschichten geführte Wasser gegen den Mittelpunkt hin sich sammeln und dort unter einem Drucke stehen, welcher der Höhe gleicht, bis zu welcher die Sandschichten in der Umgebung des Beckens aufgerichtet sind. Das Wasser wird demnach in der Sandschicht in die Höhe steigen, bis es auf eine undurchdringliche Schicht trifft, welche ihm das Aufsteigen verbietet und wird sich dann, wenn es nicht in die Tiefe entweichen kann, unter dieser Schicht ansammeln.

Der artesische Brunnen hat zum Zwecke, die obere undurchdringliche §. 860.
Schicht zu durchbohren und dem Wasser Abfluß auf die Oberfläche zu verschaffen. In der beistehenden Figur sind durch *b* die Schichten eines Beckens

Fig. 355.



bezeichnet, durch *c* eine wasserführende Sandschicht, die oben und unten von undurchdringlichen Mergellagern eingeschlossen ist, durch *d* die unteren Schichten, auf welchen das Becken ruht. Der senkrechte artesische Brunnen *a* bildet mit der Schicht *c* einen Heber, durch welchen das Wasser in die Höhe steigen wird.

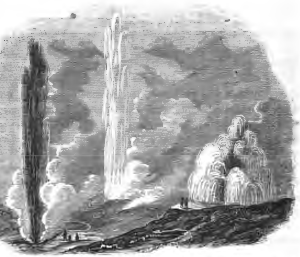
Artesische Brunnen sind deshalb an solchen Orten anzulegen, nach welchen hin mergelige Schichten unter nicht zu großer Neigung einschießen, indem man dann stets hoffen kann, über oder unter diesen Mergelschichten Wasser anzutreffen. Die Neigung der Schichten darf nicht zu groß sein; es ist natürlich, daß man eine unter 5 Grad geneigte Schicht in einiger Entfernung von dem Orte, wo sie zu Tage geht, nur in geringer Tiefe antrifft, während, wenn die Schicht unter 30 Grad einschießt, man bis zu einer ungeheuren Tiefe vordringen müßte.

Es geht aus dem Vorhergehenden natürlich hervor, daß der Reich- §. 861.
thum der Quellen um so größer ist, je mehr Regen und wässerige Meteore im Allgemeinen in der Gegend sich zeigen. In den Ländern, wo periodische Regenzeiten mit Trockenheiten abwechseln, zeigen die meisten Quellen periodisches Fließen und Versiegen; in den Gebirgsländern finden sich die sogenannten Hungerbrunnen oder Maibrunnen an den Abhängen, auf deren Höhe der Schnee schmilzt, und die versiegen, wenn dieser Vorrath versiegt; selbst beständig fließende Quellen zeigen stets eine der Regenmenge entsprechende Ab- und Zunahme ihres Wasservorrathes. Man muß demnach allen Quellen eine gewisse Periodicität zuerkennen, deren größere oder geringere Vollständigkeit besonders von der Größe ihres Wurzelgebietes abhängt. Sind die Wurzeln weit ausgebreitet, so ersetzen die höher liegenden Wurzeln die tiefer liegenden, indem erstere mehr im Sommer durch Condensation, letztere mehr im Winter liefern und dadurch wird der Quelle ein stetes Fließen gesichert; ist dies nicht der Fall und das Wurzelgebiet klein, so ist die Ausgabe der Quelle sehr von localen Umständen abhängig.

Außer diesen Erscheinungen verdienen noch diejenigen eine besondere §. 862.

Erwähnung, welche bei den intermittirenden aussetzenden Quellen stattfinden. Ausgezeichnet sind in dieser Beziehung die Geyser von Island (s. Figur 356), die von Zeit zu Zeit hohe Säulen kochenden Wassers mit

Fig. 356.



Steinen und Trümmern unter starkem Getöse ausstoßen, dann zurücksinken und ein kreisförmiges Loch leer lassen, dessen Umgebung stark mit niedergeschlagener Kieselerde überzogen ist. Bei Nauheim in der Wetterau existirt eine ähnliche Quelle von Salzwasser, die, obgleich von gewöhnlicher Temperatur, dennoch wie kochendes Wasser hoch aufspritzt, dann zurücksinkt und in abgemessenen Zeiträumen dies Spiel wiederholt. In den genannten Fällen ist offenbar Entwickelung von Gasen die Ursache der Periodicität; bei dem Geyser von Wasserdampf, bei der Nauheimer Quelle, die gewöhnliche Temperatur hat, von einer außerordentlichen Quantität kohlensauren Gases. Offenbar steht die Oeffnung (bei Nauheim ein Bohrloch) mit einem inneren Reservoir in Verbindung, in welchem sich die Gase so lange häufen, bis ihre Spannkraft die Schwere des Wassers überwiegt und dieses dann im Strahl hervortreibt. In neuester Zeit ist bei Nauheim eine andere Quelle zufällig in ein Bohrloch durchgebrochen, welche in so fern den Geysern ähnlich ist, als sie eine bedeutend erhöhte Temperatur besitzt. Bei anderen intermittirenden Quellen scheinen heberartig verbundene Räume die Ursache der Periodicität zu sein, indessen fehlen bestimmte Beobachtungen hierüber.

Digitized by Google

Den Gesetzen der Schwere folgend, sammelt sich das Wasser in immer größere Ströme, welche den tiefer gelegenen Becken und Thalrinnen zueilen und endlich entweder in das Meer oder in größere Binnenmeere sich ergießen. Durch die Sammlung der Quellen, Bäche und Flüsse, welche sich endlich in einen einzigen Strom vereinigen, entstehen die Flußgebiete, als deren geographische Gränzen diejenigen Punkte oder Wasserscheiden dienen, von welchen aus die Gewässer nach verschiedenen Flüssen hinströmen. In sehr vielen Fällen sind diese Wasserscheiden Gebirgskämme oder höhere Rücken; sehr oft aber auch, wie schon im ersten Bande bemerkt wurde, flache Plateau's, in welchen kaum die Neigung bestimmt werden kann. Umgekehrt haben viele Gebirge die Eigenthümlichkeit, nicht als Wasserscheiden zu dienen, sondern von den Flüssen durchbrochen zu werden. An vielen Orten sind sogar die Wasserscheiden so durchaus von flachem Gelände gebildet, daß die Flüsse durch natürliche Querarme mit einander verbunden sein können, ohne daß einer in den anderen sich ergießt. So verbindet sich der Rio negro, einer der bedeutendsten Zuflüsse des Amazonenstromes, durch den tiefen schiffbaren Cassiquiare mit dem Orenoco in der Art, daß man ungehindert aus dem Amazonenstrom in den Orenoco hinüberschiffen kann; so der Cambodja in Hinterindien mit dem Menam, der ihm parallel läuft, durch den natürlichen Querkanal des Anan ꝛc. Es war demnach ein großer Fehler früherer Geographen, überall an die Wasserscheiden Bergketten zu versetzen und die Flußgebiete so durch Ketten einzugränzen, die sehr oft nicht existiren. §. 863.

Die Flußgebiete der verschiedenen Continente bieten hinsichtlich ihrer Ausdehnung sehr verschiedene Verhältnisse dar und ihre Begränzung selbst muß natürlich um so schwankender sein, je weniger das Land bekannt ist, um welches es sich handelt. Amerika steht allen anderen Continenten voran; ihm folgt Asien, dann Afrika und endlich zuletzt Europa. Wir setzen hier eine Tabelle der ungefähr bestimmten Flächeninhalte der einzelnen Flußgebiete in geographischen Quadratmeilen her. §. 864

Name des Flusses.	Größe des Flußgebietes.	Continent.
Amazonenstrom	106000	Amerika.
Mississippi	61400	
Obi	57200	Asien.
La Plata	55400	Amerika.
Jenisei	48600	Asien.
Lorenzstrom	41000	Amerika.
Lena	37100	Asien.
Amur	36400	
Yang-tse-kiang	34200	
Hoang-ho	33600	

Name des Flusses.	Größe des Flußgebietes.	Continent.
Nil	32600	Afrika.
Mackenzie	27600	Amerika.
Ganges und Buramputra	27000	Asien.
Senegal	25600	Afrika.
Wolga	24800	Europa.
Zambeze	22000	Afrika.
Indus	19500	Asien.
Donau	14600	Europa.
Rhein	4080	Europa.
Po	1870	Europa.
Rhone	1760	Europa.

§. 865. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser strömt, hängt von der Geneigtheit des Bodens, über welchen es wegfließt, oder von dem Gefälle ab; ferner von dem Widerstande, den das Wasser durch Reibung und Adhäsion in dem Strombette findet und, als Folge hiervon, von der Tiefe und Breite des Stromes selbst. Da nun die Quellen sich meist in höheren Gegenden in Berg= und Hügelketten finden, wo die Thalsohlen stark geneigt sind, während in den Ebenen das Gefälle nur sehr unbedeutend ist, so folgt daraus das sehr einfache Verhältniß, daß in dem Quellenbezirke oder dem sogenannten Oberlaufe die Gewässer meist die größte Geschwindigkeit haben und diese Geschwindigkeit allmählich nach dem Unterlaufe hin abnimmt. In dem Oberlaufe finden sich die größten Mannichfaltigkeiten, da hier die Gestaltung des Bodens den bedeutendsten Abwechselungen unterworfen ist und außerdem die Hydrometeore weit unregelmäßiger in die Jahreszeiten vertheilt sind, als in den Ebenen. Deswegen finden sich meist in dem Oberlaufe der Flüsse die Wasserfälle und Wildbäche, während in dem Unterlaufe nur ausnahmsweise Wasserfälle, Katarakten oder Stromschnellen durch besondere Constitution des Bodens bedingt werden. Die Wasserfälle bieten die größten Mannichfaltigkeiten dar; bald tritt der Fels so zurück, daß der Fluß frei über ihn im Bogen hinausspringt, wie am Staubbach im Lauterbrunnenthale, dem Reichenbach im Haslithale, dem Niagarafalle in Nordamerika; bald klebt der Bach theilweise an der Hinterwand, wie an der Handeck im Hasli, den Fällen von Tivoli und Terni; oder schießt nur über stark geneigte Felsflächen hinab, wie die Tosa in Oberitalien, der Gelmerfall, der untere Reichenbach, der Gießbach im Berner Oberlande und der Trolhätta in Schweden. Die Katarakten und die Stromschnellen finden sich vorzugsweise im Unterlaufe der Ströme und sind meist dadurch bedingt, daß festere Gesteine sich zwischen weniger feste Schichten eingelagert haben und nun Terassen bilden, über

welche der Fluß hinwegströmt und innerhalb welcher sein Bette nicht so breit eingeschnitten ist, als in den übrigen, leicht vertilgbaren Schichten. Die meisten größeren Ströme, der Nil, Orenoco, Amazonenstrom, die Donau zeigen solche Kataraкten und Stromschnellen, bedingt durch terrassenförmige Auflagerung der Schichten, welche den mehr ebenen Theil des Flußgebietes bilden.

Die Ablagerungen, welche durch die Gewässer auf der Oberfläche der Erde gebildet werden, können in drei wesentlich verschiedene Abtheilungen gebracht werden. §. 866.

Entweder können sie durch chemische Kräfte bedingte Niederschläge von Substanzen sein, welche in dem Wasser aufgelöst waren. Es giebt nirgends auf der Erde reines Wasser; alle Quellen, Flüsse und Seen enthalten verschiedene Salze in Auflösung, deren Menge und Qualität mannigfaltig wechseln und so bald sogenannte Mineralwasser, bald untrinkbare oder trinkbare Quellen und Gewässer erzeugen. Das Meerwasser unterscheidet sich von dem süßen Wasser ebenfalls durch einen besonderen Salzgehalt. Durch Veränderung der aufgelösten Salze an der Luft, durch Contact derselben mit Gesteinen und anderen chemisch wirkenden Körpern können mannichfaltige Niederschläge und Ablagerungen bedingt werden, welche sich meist unter der Form von Incrustationen und concretionirten Gebilden zeigen, und um so bedeutender sind, je mehr Stoff das Wasser in Auflösung erhält.

Eine andere Klasse von Niederschlägen entsteht auf mechanische Art durch allmählichen Absatz der Materien, welche das Wasser nur aufgeschlämmt in Suspension erhält oder auf geneigten Flächen fortbewegt. Die Masse dieser Ablagerungen von mechanisch dem Wasser beigemengten Theilen ist bei weitem größer, als alle chemischen Niederschläge aufgelöster Substanzen. Es gehören hierher die Ablagerungen von Schlamm, Thon und Sand, kleineren und größeren Geröllen, welche theils durchaus in Suspension erhalten werden, theils längs des Bodens durch die Bewegung der Gewässer fortgerollt und so ebenfalls allmählich in weite Fernen geführt werden. Die Schnelligkeit des Gewässers und seiner Bewegung übt natürlich den wesentlichsten Einfluß auf die Art des Absatzes ab, während die Größe der aufgeschwemmten Theile ebenso wesentlich auf die Art und Weise einwirkt, wie sie sich beim Absatze vertheilen. §. 867.

Endlich beruht eine dritte Klasse von Ablagerungen auf der eigenthümlichen Entwickelung organischen Lebens, welchem das Wasser als Grundlage dient. Auch diese Art von Ablagerungen, die man früher nur als Muschelbänke, Korallenriffe und andere, mehr beschränkte Aufschichtungen kannte, hat eine außerordentliche Bedeutung gewonnen, seit man erfahren hat, daß die mikroskopischen Wesen des Thier- und Pflanzen- §. 868.

reiches, die Infusorien, Polythalamien und Algen, eine wesentliche Rolle in der Bildung jener Schichten spielen, welche sich auf dem Boden der Gewässer aller Art erzeugen, und daß diese kleinen Organismen durch ihre ungeheure Anhäufung in wirklich unbegreiflicher Zahl ein wesentlich bildendes Element der Erdrinde geliefert haben. Die organischen Ablagerungen sind insofern besonders wichtig, als die meisten derselben durch Thiere und Pflanzen gebildet werden, welche an ihrem Wohnsitze fixirt waren und deshalb dort in derselben Gruppirung gefunden werden, in welcher sie während des Lebens verharrten.

§. 869. Die chemischen Niederschläge finden sich namentlich in überwiegender Menge in den Quellen aller Art, welche aus dem Schooße der Erde hervorbrechen und bei ihrem Durchgange durch Felsarten verschiedener Zusammensetzung auch sehr verschiedene Substanzen auflösen. Die warmen Quellen, welche aus größerer Tiefe oder aus vulcanischem Boden dringen, lösen meist eine weit größere Menge von Bestandtheilen auf, als die kälteren Quellen, welche als Trinkwasser benutzt werden. Mineral- oder Heilquellen nennt man außerdem alle Quellen, welche eine erhöhte Temperatur besitzen, eine bedeutende Menge von Salzen und löslichen Stoffen, oder auch solche Substanzen enthalten, deren Gegenwart in dem Trinkwasser nicht gewöhnlich ist. Es giebt kein Quellwasser auf der Erde, welches durchaus reines Wasser ohne Beimischung wäre, und man hat mit Unrecht geglaubt und viele Leute glauben noch, daß dasjenige Wasser das beste Trinkwasser sei, welches am wenigsten mineralische Stoffe aufgelöst enthalte.

§. 870. Neuere Untersuchungen und zahlreiche Analysen haben vielmehr nachgewiesen, daß die gesuchtesten Trinkwasser atmosphärischen Sauerstoff, Kohlensäure, Kochsalz und doppeltkohlensauren Kalk in gewissen Mengen enthalten und daß der Gehalt an diesen Gasen und Salzen sogar eine nothwendige Bedingung für den Gebrauch eines Wassers als Trinkwasser ist, indem dieselben zur Verdauung beitragen und die thierischen Organismen einen Theil der ihnen nöthigen Salze, namentlich des zur Skelettbildung nöthigen Kalkes im Nothfalle aus dem Wasser beziehen. Die meisten Quellen enthalten aber diese Bestandtheile in bestimmten Verhältnissen. Andere enthalten schädliche Substanzen, wie namentlich organische Substanzen, andere zu große Mengen von Kalksalzen und werden deshalb nicht als Trinkwasser benutzt; die Mineralwasser endlich enthalten theils die angeführten Bestandtheile in übergroßer Quantität (die kohlensauren und die alkalischen Mineralquellen), theils auch anderweitige Bestandtheile, wie Kieselerde, Eisensalze, Schwefelsalze, Jod, Brom und andere oft sehr seltene Bestandtheile.

§. 871. Der doppeltkohlensaure Kalk, der fast in allen Quellen vorkommt, ist ziemlich leicht löslich, verliert aber bei Berührung mit der Luft die Hälfte seiner Kohlensäure und schlägt sich dann als schwerlöslicher einfachkohlen-

saurer Kalk nieder. Auf dieser Eigenschaft des kohlensauren Kalkes beruht die Bildung der Kalktuffe, Süßwasserkalke oder Travertine, mehr oder minder feste Felsgesteine, welche sich an den Ufern und dem Boden der Quellen, Flüsse, Teiche und Seen bilden. Daß die Bildung dieser Tuffe namentlich an solchen Orten sehr bedeutend sein muß, wo die Gewässer sehr vielen doppeltkohlensauren Kalk enthalten, ist leicht einzusehen; ebenso wirkt die schnellere Verdunstung, sowie die Temperatur, unter welcher das incrustirende Wasser zu Tage kommt, sehr auf die Größe der Ablagerungen ein.

Eine der bedeutendsten Ablagerungen dieser Art findet sich in Toscana §. 872.
an den berühmten Wasserfällen von Terni. Der Velino, welcher diese bildet, enthält eine große Menge doppeltkohlensauren Kalkes, wie alle Gewässer jenes Theils der Apenninen, der mancherlei Spuren vulcanischer Einwirkung trägt. Da fast alle Quellen vulcanischer Bezirke bedeutende Mengen von Kohlensäure enthalten, wodurch große Quantitäten von Kalk aufgelöst werden, so kann der Reichthum des Gehaltes an diesem Bestandtheile nicht auffallen. Der Kanal, welcher den Velino zu den Wasserfällen leitet, ist durch eine bedeutende Ablagerung von Travertin gegraben und an dem Fuße des Wasserfalles, selbst in dem Bette der Nera, in welcher der Velino sich ergießt, findet eine stete Bildung von Travertin Statt. Dieser scheint auf den ersten Blick große unregelmäßige Massen zu bilden; zeigt aber, bei näherer Untersuchung, eine sphäroidale Zusammensetzung aus zwiebelartig über einander gelagerten Blättern und Zonen, welche successiven Zuwachs andeuten. Oft findet man im Inneren dieser Sphäroide, welche zuweilen mehre Meter Durchmesser erreichen, irgend einen fremden Körper, ein Sandkorn, Steinchen ꝛc. als erstes bestimmendes Moment seines Absatzes, der durch successiv hinzutretende neue Schichten sich stets vermehrte und vergrößerte. Die Menge des in den Gewässern des Velino enthaltenen Kalkes ist aber so groß und der Verlust der auflösenden Kohlensäure durch die Zertheilung des Wassers bei dem Sturze so bedeutend, daß selbst in dem Bette der Nera noch die Bildung des Travertines fortdauert. — Viele andere Quellen und Gewässer in der Nähe dieses vulcanischen Bezirkes der Apenninen zeigen einen ebenso großen oder noch größeren Reichthum an aufgelöstem Kalk, als der Velino, und bekanntlich benutzt man den Niederschlag der Bäder von San Filippo, um Reliefs, Abdrücke und ähnliche Erzeugnisse zu bilden.

Fast in allen Gegenden giebt es solche kalkhaltige Quellen, welche §. 873.
man als versteinernde Quellen kennt. Der kalkige Niederschlag wird, wie alle chemischen Niederschläge, begünstigt durch die Gegenwart rauher Oberflächen, welche er incrustiren kann, und so zeigen sich dann meist die Absätze als successive Einhüllungen derjenigen Körper, welche solche Ober-

flächen bieten. Steine und Sandkörper, besonders aber organische Körper aus dem Pflanzen- und Thierreiche, dienen als erster Anziehungspunkt für diese Niederschläge, welche nur nach und nach, bei zunehmender Anhäufung, die ursprünglichen Formgestalten der Körper wiedergeben. Die meisten Tuffe, welche sich unter unseren Augen beständig weiter bilden, zeichnen sich deshalb durch eine Menge von Höhlen, Zwischenräumen und eine gewisse schwammige Textur aus, welche daher rührt, daß sich dieselbe um Moose, Algen und sonstige kleine Gewächse bilden, deren oft sonderbar in einander verschlungene Form sie wiederholen.

§. 874. Die gewöhnlichen Süßwasserkalke sind nur eine compactere Form dieser Tuffe, welche sich besonders auf dem Grunde der Süßwasserteiche und Seen meist sehr langsam und in großer Ruhe ablagert. Die organischen Körper bilden auch hier Mittelpunkte concentrischer Ablagerungen, deren Zwischenräume sich aber allmählich ausfüllen, so daß compacte Massen sich erzeugen, in welchen die oft zerstörten Pflanzenreste unregelmäßige Kanäle und Höhlungen bilden. Zahlreiche Schalen von Süßwasserbewohnern sind in diesen Süßwasserkalken eingeschlossen, während die aus bewegteren Gewässern abgesetzten Kalktuffe und Sinter meist nur vegetabilische Reste enthalten. Einen Beweis für die große Ruhe, in welcher sich meist die Süßwasserkalke ablagern, bilden auch die feinen Röhrchen und Bläschen, die sich darin finden und offenbar durch Luftbläschen entstanden, welche in die Höhe stiegen, als der Kalkniederschlag noch die Consistenz eines festen Schlammes hatte.

§. 875. Eine der eigenthümlichsten Ablagerungen bildet der Sprudelstein bei Karlsbad, eine Art Kalksinter, welche von den dortigen heißen Mineralquellen geliefert wird. Derselbe besitzt eine durchaus oolithische Structur und wenn man die einzelnen Oolithe untersucht, so findet man, daß jedem derselben ein feines Sandkörnchen zum Mittelpunkte dient. Die Erklärung der Entstehung dieses Sprudelsteines ergiebt sich aus der Beobachtung der Quelle selbst, die mit einer sehr bedeutenden Temperatur kochend und wallend aus der Erde hervorbricht. Die kleinen Sandtheilchen, welche darin hüpfend umhergetrieben werden, umgeben sich nach und nach mit concentrischen Schichten kohlensauren Kalkes, dem sie als Anziehungscentrum dienen und sinken zu Boden, sobald ihr Volumen die Tragkraft des Wassers übertrifft. Aus der Verkittung dieser einzelnen Oolithe geht dann der Sprudelstein hervor, der aus dünnen, deutlich geschichteten Lagen besteht, welche meist durch Eisen gefärbt sind. Ein großer Theil der Stadt Karlsbad steht auf solchem Sprudelstein, der früher von den Quellen abgelagert wurde und einzelne große Becken heißen Quellwassers überdeckt. Von Zeit zu Zeit geschehen, bei heftigerer Aufregung der Quellen, neue Durchbrüche durch diese Sinterdecken.

§. 876. In geringerem Maße zeigen sich kohlensaure Kalkablagerungen in allen

Höhlen, wo das kalkhaltige Wasser durch die Felsenwände durchsickert und dann beim Verdunsten ein incrustirendes Sediment zurückläßt, die **Stalaktiten** oder **Tropfsteine**, die namentlich da zapfenförmig sich bilden, wo eine Spalte dem Wasser einen regelmäßigen tropfenden oder rieselnden Abfluß gestattet. Das auf den Boden abtropfende Wasser bildet dort eine kegelförmige Tropfsteinmasse, einen **Stalagmiten**, und beide Theile vereinigen sich oft in der Mitte, so ursprünglich eine Säule bildend, die einer Sanduhr ähnelt und nach und nach sich ausgleicht.

Von weit geringerer Ausdehnung als die Kalkablagerungen sind die **Kieselsinter**, welche einige, namentlich heiße Quellen erzeugen. Die Geyser auf der Insel Island haben Ablagerungen dieser Art gebildet, welche mehr als zwölf Fuß Mächtigkeit zu haben scheinen und sich auf mehr als eine halbe Stunde im Umkreise ausdehnen. Die Pflanzenstoffe, welche in diesen Kieseldepôts eingeschlossen werden, erhalten sich ganz so, wie sie in den verkiesten Stämmen und Blättern der älteren Schichten erhalten sind. Die flüssige Kieselerde durchdringt das ganze Gewebe, dessen feinste Zellen und Fasern in ihrer Anordnung ebenso erhalten werden, als wären sie durchaus unzerstörbar; die geringsten Einzelheiten der Form und Structur sind in diesen verkiesten Resten zu erkennen. Abgesehen von der Materie bieten sonst diese Kieselsinter dieselbe zonige, schalige Ablagerung dar, wie die Kalksinter, und da sie manchmal fremdartige Mineralstoffe, Mergel, Thone, Metalloxyde 2c. einschließen, so erhalten sie hierdurch manche Abwechselungen bänderartig vertheilter Farbenzonen. In mehren anderen Gegenden, auf der Insel St. Michael, die zu den Azoren gehört, in einigen anderen heißen Quellen von Island, Nordamerika, Deutschland 2c., finden sich ähnliche Kieselablagerungen, die bei St. Michael bis zu 30 Fuß Mächtigkeit erlangen und verschiedene Schichtenfolgen bieten sollen, welche die wohlerhaltensten Pflanzenreste verkieselt enthalten. Alle diese Kieselsinter gleichen sich mehr oder weniger durchaus und unterscheiden sich von manchen Kieselablagerungen, die besonders durch organische Wesen bedingt werden, durch ihre mineralische Beschaffenheit und den Mangel von Kieselpanzern in der Masse. §. 877.

Der Eisengehalt vieler Quellen, Gewässer und Moräste liefert den Stoff zu einem eigenthümlichen Absatze von Eisenerz, welches unter dem Namen **Rasenerz**, **Bohnerz**, Raseneisenstein bekannt ist. Dieses Mineral bildet kleine Körner, welche zuweilen bis zu Kopfgröße heranwachsen, meist aber in Form kleiner Erbsen oder Böhnchen auf dem Grunde der Moräste, in sumpfigen Wiesen und an solchen Orten sich ansammeln, wo viele Feuchtigkeit und Wasser lange in der Dammerde oder dem Lehmboden stagnirt. Die bedingenden Ursachen dieser Ablagerungen sind ohne Zweifel complicirter, als bei den Kalk- und Kieselsintern. §. 878.

Zuvörderst kann wohl keinem Zweifel unterworfen sein, daß gewisse mikroskopische Organismen, welche man bisher dem Thierreiche, richtiger aber wohl dem Pflanzenreiche beigesellt, eine bedeutende Rolle in der Production dieses Rasenerzes spielen. Die Gallionellen, welche eine starke, eisenhaltige Schale besitzen, findet man in großer Menge in allen Quellen und Sümpfen, welche Rasenerz hervorbringen und ihre Panzer zeigen sich in den Böhnchen selbst in ungemeinen Quantitäten angehäuft.

§. 879. Indeß kann auf der anderen Seite nicht geleugnet werden, daß auch chemische Kräfte einen bedeutenden Einfluß auf die Bildung des Rasenerzes üben, und daß namentlich vegetabilische Stoffe, welche sich zersetzen, das Ihrige zur Auflösung des Eisens beitragen, welches nachher als Bohnerz abgelagert wird. Die eisenhaltigen Gesteine werden durch vegetabilische Stoffe, besonders Wurzeln, allmählich entfärbt; das Eisenoxyd, welches darin enthalten ist, reducirt und als Oxydul dann nachher von dem durchsickernden Wasser weggeführt. Der eisenhaltige Sand namentlich zeigt sich oft im Umkreise eines halben Fußes um eine faulende Baumwurzel vollkommen seines Eisens beraubt. Die Quellsäure und Kohlensäure der atmosphärischen Wässer bemächtigen sich dieses Eisenoxyduls, das nun wegfließt, bis es an solchen Orten, wo das Wasser geringeren Fall hat, besonders aber in Seen, Sümpfen, Teichen und Torfmooren sich auf Kosten des Sauerstoffes der Luft allmählich wieder oxydirt, unlöslich wird, niederfällt und durch moleculare Anziehung kleinere oder größere Erbsengesteine bildet.

Die Bildung des Rasenerzes findet demnach überall Statt, wo mit Eisenoxydul überladene Gewässer sich ansammeln und stehen bleiben. In den Seen Schwedens und Norwegens ist das so gebildete Erz meist fast reines Oxyd, in den Torfmooren und Sümpfen enthält es fast immer Phosphorsäure, die sich aus den Organismen, welche dort faulen, erzeugt und mit dem Eisen verbindet. Der eisenhaltige Absatz, welchen die Gewässer in der Ruhe bilden, zeigt sich zuerst in Gestalt eines braunen, gelatinösen, schlüpfrigen Schlammes, der sich überall anhängt und allmählich um die kleinen Sandkörner des Bodens concentrische Knötchen bildet. Die Bildung ist, wie man sieht, nicht nur auf die Sümpfe und Torfmoore beschränkt, sondern macht sich auch in reinem Seewasser, sowie in den nassen Strandregionen des Meeres, wo der Sand der Dünen eisenhaltig ist, bemerklich.

§. 880. Die auf diese Weise noch jetzt auf der Erde fortdauernden chemischen Ablagerungen von Kalk, Kiesel und Eisen, welche sich aus den süßen Gewässern niederschlagen, sind zwar um deswillen von hoher Bedeutung für den Geologen, weil ähnliche Depôts sich auch in älteren Gebirgsschichten finden. Ihre relative Menge im Verhältniß zu anderen, mechanischen und

organischen Ablagerungen ist indeß nur sehr gering und ihre Masse kaum in dieser Beziehung in Anschlag zu bringen. In älteren geologischen Formationen ist dies Verhältniß ebenso ungünstig, und wenn auch hie und da einige große Ablagerungen dieser Art existiren, so bieten sie doch im Vergleich zu anderen Bildungen nur eine verschwindende Größe.

Die mechanischen Ablagerungen von Substanzen, welche im Wasser §. 881.
aufgeschlämmt und allmählich von demselben abgelagert werden, spielen eine bedeutendere Rolle, als die chemischen Niederschläge und es wird daher nöthig sein, dieselben nach den verschiedenen Arten von Gewässern zu betrachten, in welchen sie vor sich gehen. Es ist vor allen Dingen einleuchtend, daß die Art der Bewegung, welche die Gewässer besitzen, auf die Ablagerungen den größten Einfluß ausüben müsse, und daß die mechanischen Niederschläge um so vollständiger sein müssen, je ruhiger das Becken ist, in welchem das mit aufgeschlämmten Materien erfüllte Wasser empfangen wird. Die Bewegung der fließenden Gewässer, Quellen, Bäche, Flüsse und Ströme läßt sehr oft die zerstörende, wegschaffende Wirkung derselben weit über die Ablagerungen vorherrschen, während in dem ruhigeren Becken der Buchten und Seen letztere weit die Ueberhand gewinnen. Ebenso ist die Bewegung des Meeres durch Ebbe und Fluth, so wie durch die Einwirkung des Windes auf die ungeheure Fläche eine ganz eigenthümliche, und es wird deshalb gerathen sein, die mechanischen Ablagerungen in strömenden Wässern, in ruhigen Süßwasserbecken und im Meere für sich einzeln zu untersuchen.

Der Detritus der Berge, die aufgelockerten Schichtentrümmer der §. 882.
ebenen Gegenden werden von den fließenden Gewässern fortgeführt und zwar um so leichter, je schneller die Bewegung derselben ist. Diese letztere hängt sowohl von der Neigung des Bettes derselben, als auch von der Tiefe und Breite des Bettes ab, in welchem sich die Gewässer bewegen — Verhältnisse, welche die Hydrodynamik bis in das kleinste erforscht hat. Die Neigung des Flußbettes namentlich ist von dem größten Einflusse, und es läßt sich leicht aus der Vergleichung der Länge des Laufes eines Flusses mit der Höhe seiner Quelle und seiner Ausmündung, die Neigung eines Flusses im Ganzen oder auf die einzelnen Theile desselben berechnen, sobald man einzelne, auf seine Länge vertheilte Stationen kennt. Diese Neigungen sind bei weitem nicht so beträchtlich, als man auf den ersten Blick glauben sollte; wir geben in der nachstehenden Tabelle einige der wichtigsten diesen Neigungen, nach den Berechnungen von Elie de Beaumont.

Name des Flusses.	Fall per Meter.	Fall in Graden, Minuten u. Secunden.	
Die Rhone von Arles bis zum Hafen von Bouc	0,000039	0° 0′ 8″	
Saone zwischen Châlons u. Lyon	0,000050	» » 10″	
Seine von der Mündung der Oise bis zur großen Steinbrücke in Rouen	0,000087	» » 18″	
Saint Laurent vom Eriesee bis zu den Stromschnellen über dem Niagara	0,000121	» » 25″	
Rhone von Tarascon bis Arles	0,000160	» » 33″	
Rhein bei der Mündung der Lauter (Elsaß)	0,000395	» 1′ 21″	
Rhone von Lyon bis Arles	0,000553	» 1′ 54″	
Rhein von Basel bis zur Lauter	0,000647	» 2′ 13″	
Rhone von der Isère bis zum Lez	0,000740	» 2′ 30″	
Rhein bei Basel	0,000964	» 3′ 19″	Gränze der Schiffbarkeit.
Doubs bei Besançon	0,001000	» 3′ 26″	
Saint Laurent vom Niagarafall bis zum Ontariosee	0,001544	» 5′ 18″	
Durance von der Brücke von Bompas bis zur Rhone	0,002102	» 7′ 19″	
Durance von Briançon bis zur Rhone	0,004698	» 16′ 9″	
Rhone bei Sierre in Wallis	0,005940	» 20′ 26″	
Arve eine halbe Stunde oberhalb St. Martin in Savoyen	0,008440	» 29′ 00″	Kopfgroße Kiesel bleiben meist liegen.
Isère bei dem Dorfe Tignes	0,009310	» 32′ 00″	(Springt gegen alle Hindernisse an.)
Simeto bei Aderno am Aetna	0,013023	» 44′ 46″	
Simeto bei Bronte am Aetna	0,016034	» 55′ 9″	
Die Dranse vom Bagnethale von dem Fuße des Gétrozgletschers zur Rhone	0,016873	» 58′ 0″	
Saint Laurent in den Stromschnellen oberhalb des Niagara	0,019304	1° 06′ 21″	
Arve bei Argentière (Chamouni)	0,023895	1° 29′ 00″	(Rollt Blöcke von 2 Fuß Durchmesser.)
Arve zwischen la Tour und Argentière	0,062040	3° 33′ 24″	(Schäumt an allen Hindernissen auf.)

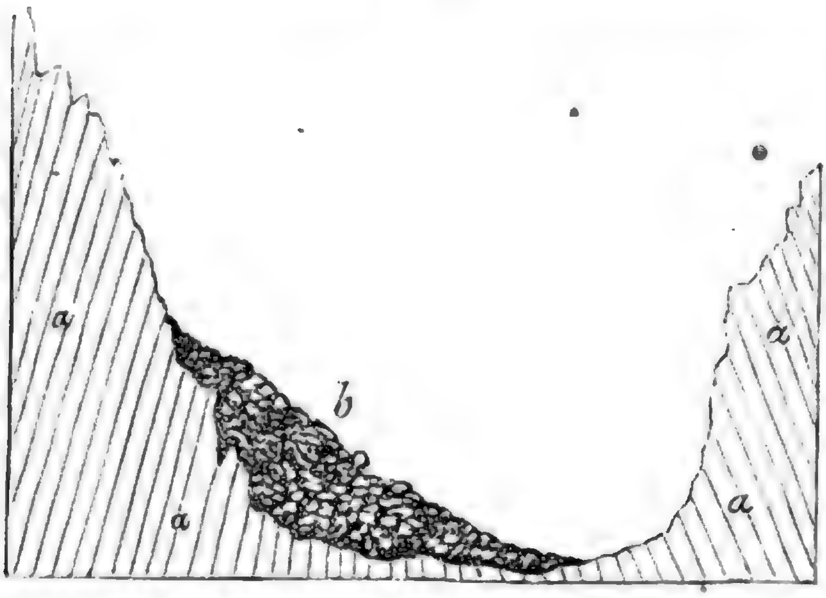
Name des Flusses.	Fall per Meter.	Fall in Graden, Minuten u. Secunden.	
Bach des Gletschers von la Tour	0,091594	5⁰ 14′ 00″	(Bildet keine zusammenhängende Masse mehr.)
Wildbach vom Chapin nach den Bädern von Bonaval (Tarentaise)	0,122884	7⁰ » »	(Bildet eine Reihe von Wasserfällen.)

Wenn wir nun, den Gewässern von ihrem Ursprunge an folgend, ihre mechanischen Ablagerungen untersuchen, so zeichnen sich in dem Oberlaufe der Flüsse die Wildbäche (torrents) vorzüglich durch die eigenthümliche Form der Delta's aus, welche sie an ihren Ausmündestellen in die breiteren Thäler bilden. Im Allgemeinen kann man an diesen, namentlich in den Alpen und Hochgebirgen äußerst verderblich werdenden Gewässern einen oberen Theil des Laufes unterscheiden, auf welchem sie den Schutt der steilen Felswände wegreißen, den sie nachher an dem Ausmündungspunkte absetzen. Die Delta's solcher Wildbäche bilden einen conischen, abgeplatteten Hügel, der an die Felswände angelehnt ist, und auf dessen Höhenkamm der Wildbach in einem äußerst seichten Bett nach dem Thale hinläuft. Nach beiden Seiten hin rieseln kleinere Zweige des auf der Firſt verlaufenden Baches, so daß das Ganze einem Fächer gleicht, der mit seiner in die Höhe gerichteten Spitze an die Ausmündungsstelle des Wildbaches angelagert ist. Die Gefälle dieser Delta's, welche aus regellosen Anhäufungen von Trümmern aller Art bestehen, sind meistens sehr bedeutend, am stärkſten in der Höhe, während sie nach unten hin allmählich sich abflachen, und mit ihrem Fuße beim Uebergange in die Thalsohle einen unbedeutenden Winkel gegen diese letztere bilden. Die Gestalt dieser Delta's, welche durch die plötzliche Erweiterung des Bettes bei dem Eintritt in das Hauptthal bedingt ist, trägt wesentlich zu den Verheerungen bei, welche diese Wildbäche bei Ueberschwemmungen anrichten. Auf der Höhe eines conischen Hügels verlaufend, in einem kaum vertieften Bette, können sie nach allen Seiten hin überfluthen und um so weniger eingedämmt werden, als das Delta selbst keinen festen Grund für solche Dämme bietet. In vielen Fällen können die Aelpler nur dadurch verheerenden Ueberschwemmungen ausweichen, daß sie das Delta, welches öfters mehre tausend Meter breit ist, in einiger Entfernung mit Dämmen oder Mauern umgeben, und so dem Wildbache bei vorkommenden Ueberschwemmungen eine mäßige Ausdehnung gestatten. §. 883.

In naher Beziehung zu diesen Delta's der Wildbäche stehen die mannichfachen Schuttkegel und Schutthalden, welche man in allen Gebirgsgegenden antrifft und zwar überall an solchen Stellen, wo sich eingeschnittene §. 884.

Schluchten oder Runsen in die Thäler einmünden. Oft sind die Schuttkegel einzig das Resultat von Felsstürzen oder Lawinen, welche durch die Schluchten herabkommen, meist aber verdanken sie ihre Entstehung temporären Wildbächen, welche im Frühjahre zur Zeit der Schneeschmelze über die Felswände hinabstürzen, bei gewaltigen Regengüssen zuweilen anschwellen, sonst aber meistens versiegen und ihr Bett trocken lassen. Die Böschung solcher Schuttkegel wechselt sehr, je nach der Größe und Gestalt der Gerölle, welche sie zusammensetzen. Da wo die Felsmassen bei ihrer Verwitterung nur feinen Sand oder Kies bilden, sind die Böschungswinkel auch nur sehr unbedeutend, während sie im Gegentheil bei groben, eckigen Materialien bedeutend zunehmen und bis zu 45 Grad Neigung erreichen können. Die beistehende Figur (357.) giebt den idealen Durchschnitt eines solchen Schuttkegels, der ebenso gut das Delta eines Wildbaches sein könnte und wo man sehr wohl bemerkt, wie der Fuß allmählich mit geringerer Böschung in die Thalsohle übergeht. Die nachstehende Tabelle giebt das Maß der Neigungen, welche solche Sturzböschungen (talus d'éboulement) annehmen, nach E. de Beaumont's Messungen.

Fig. 357.



Durchschnitt eines Schuttkegels.
a. Anstehende Felsmassen. b. Schuttkegel.

§. 885.

	Neigung in Seragesimalgraden.	Neigung auf den Meter.
Schuttkegel des Wildbaches die Arbonne bei St. Maurice in der Tarentaise . .	5° 00′	0,0857
Schuttkegel, auf welchen das Dorf Telfs in Tyrol, im Innthale, gebaut ist . .	5	0,0875
Schuttkegel des Dorfes Leinach, im Mühlthale (Kärnthen)	5	0,0875
Schuttkegel des Kantzbaches, unter Flauerling bei Platten im Innthale . . .	6	0,1051
Schuttkegel eines Seitenbaches der bei Tragant in die Möhl fällt (Kärnthen)	6	0,1051

	Neigung in Sexagesimal-graden.	Neigung auf den Meter.
Schuttkegel des Pfynbaches, der die Rhone bis nach Wesen und Leuk zurückstaut (Wallis)	7—8	0,1228—0,1405
Schuttkegel von Haising im Pusterthale (Tyrol)	8	0,1405
Schuttkegel im Möhlthale (Kärnthen), auf welchem das Dorf Stoll gebaut ist .	9	0,1584
Schuttkegel über dem Dorfe Glurns (Etschthal in Tyrol)	10	0,1763
Schuttkegel eines Seitenbaches, der bei Outre-Rhone oberhalb St. Maurice (Wallis) auf dem rechten Rhone-Ufer ist	10—12	0,1763—0,2126
Vulkanische Asche an der Spitze des Monte nuovo und an seinem Abhange nach Puzzuoli	18	0,3249
Südabhang des Mosenberges in der Eifel	18	0,3249
Feine Lapilli's bei der casa inglese nach dem Val del Bove hinab (Aetna) . .	23	0,4245
Schutthalden am Fuße von Abhängen südwestlich von Stern (Abtey-Thal in Tyrol)	28	0,5317
Schutthalden bei Outre-Rhone, oberhalb St. Maurice (Wallis)	30	0,5774
Schutthalde nördlich von Stuben im Kloster-Thal (Tyrol)	31	0,6009
Sehr lange Schutthalden an einem Risse östlich am Langkofel (Tyrol)	32	0,6249
Schuttkegel in einer Runse rechts von der Chaussee von Morey nach den Rousses (Jura)	33	0,6494
Schutthalde aus kleinen Trümmern, mit Gesträuch bewachsen, auf dem linken Möhl-Ufer, oberhalb Tragant . . .	35	0,7002
Schutthalden aus körnigem Kalk an dem nördlichen Ufer des Thales Delle Salle (Fassathal in Tyrol)	37	0,7536
Schutthalde im Trachyt-Steinbruch an der Wolkenburg im Siebengebirge bei Bonn	37	0,7536

	Neigung in Sexagesimalgraden.	Neigung auf den Meter.
Schutthalde der Solenhofer Steinbrüche (Maximum)	39	0,8098
Schutthalde der Mine von Eisenspath im Talkschiefer bei Schwatz (Tyrol) . .	40	0,8391

§. 886. Die feineren Bestandtheile, Sand und Schlamm, werden je nach Verhältniß der Schnelligkeit des Stromes mehr oder minder weit schwebend oder schwimmend fortgeführt, während die schwereren, festeren und größeren Bruchstücke nur auf dem Boden der Gewässer fortgerollt werden oder gänzlich liegen bleiben. Die specifische Schwere der meisten Gesteine wechselt zwischen 2 und 4, diejenige des reinen destillirten Wassers gleich 1 gesetzt. Die Gesteine verlieren demnach im Wasser oft bis zur Hälfte des Gewichtes, welches sie an der Luft besitzen, und es bedarf somit auch nur einer weit geringeren Kraft, um sie auf dem Grunde des Wassers weiter zu bewegen. Indeß schlägt man doch diese bewegende Kraft weit bedeutender an, als sie wirklich ist. Die Wildbäche werden oft durch heftige Regengüsse, durch Erdschlüpfe und ähnliche Ereignisse so geschwellt und dergestalt mit aufgeschwemmten Massen überladen, daß sie wie gewaltige Schlammströme in die Thäler vorbrechen, ungeheure Massen von Felstrümmern mit sich führend. Allein selbst bei den furchtbarsten Schlammströmen, von welchen man geschichtliche Nachrichten hat, z. B. bei der verheerenden Fluth des Bagne-Thales im Jahre 1818, die durch den Sturz des Gétrozgletschers bedingt wurde, selbst bei diesen und ähnlichen Fluthen ist noch nie ein größerer Felsblock durch eine Thalerweiterung hindurchgeführt worden, sondern die Fluth riß nur in den Verengerungen ab und ließ die größeren Blöcke durchaus in der nächsten Thalerweiterung liegen, wo ihre Kraft abnahm. Die Bewegungskraft des Wassers für abgerundete Gerölle ist zu bestimmen versucht worden und man hat gefunden, daß sie auf dem Grunde eines Stromes widerstehen und unbeweglich liegen bleiben bei folgenden Geschwindigkeiten. Feiner Schlamm bei 3 Zoll Geschwindigkeit; feiner Sand bei 6 Zoll; grober undeckiger Sand bei 8 Zoll; abgerundete, gerollte Kiesel von 1 Zoll Durchmesser bei 2 Fuß Geschwindigkeit, endlich eckige, eigroße Kiesel bei 3 Fuß Stromgeschwindigkeit.

§. 887. Durch das beständige Rollen und Aneinanderreiben dieser Fragmente aber werden ihre scharfen Ecken und Kanten abgenutzt, gerundet und so eine eigenthümliche Form dieser Gerölle oder Rollsteine hervorgebracht, welche Jedermann bekannt ist. Von der ursprüglichen Form der Fragmente hängt es ab, ob diese mehr kugelig, eiförmig oder abgeplattet erscheinen; stets aber bemerkt man an ihnen abgerundete Ecken und Kanten,

und abgenutzte, rauhe Flächen. Ein wesentlicher Charakter dieser vom Wasser hervorgebrachten Rollsteine beruht darin, daß die abgeschliffenen Flächen nie vollkommen spiegelglatt sind, wie die durch andere Agentien, z. B. Gletscher hervorgebrachten Rollsteine, sondern stets eine gewisse Mattigkeit und Rauhigkeit zeigen, welche von dem Korne des Gesteines abhängt; sowie ferner, daß nie geradlinige Ritzen oder Streifen darauf vorkommen, welche eine bestimmte, lange fortgesetzte Richtung der abnutzenden Kraft beweisen.

Es ist leicht, sich durch directe Beobachtung von der stets fortdauern- §. 888.
den Abnutzung der Gerölle auf dem Boden des Wassers zu überzeugen. Beim Tauchen auf dem Flußgrunde, z. B. im Rheine, hört man beständig das knisternde Reiben der bewegten Kiesel; in stärker strömenden Gewässern ist es so stark, daß man es selbst an der Oberfläche wie ein stetiges Brausen vernimmt. In den Alpenbächen, deren Quellen und Anfänge mit eckigen Fragmenten erfüllt sind, findet man eine kurze Strecke unterhalb schon die Kanten abgenutzt, noch tiefer eine rundliche Form hergestellt; in den Flüssen, welche auf langem Laufe von den Gebirgen her durch die Ebene ziehen, sieht man die Größe der Gewölbe beständig abnehmen; ein Beweis, daß diese Abnutzung stets fortdauert. So sind im oberen Laufe des Rheines Gerölle von der Größe eines Kinderkopfes keine Seltenheit, während man in der Nähe von Köln nur selten ein faustgroßes Stück und in Holland nur feinen Sand und Schlamm sieht.

Eine natürliche Folge der Fortbewegung der Gerölle, sowie der feine- §. 889.
ren Sandtheile ist deren Absetzung aller Orten, wo der Lauf des Flusses sich verlangsamt und somit demselben die nöthige Kraft fehlt, dieselben weiter zu schaffen. Die Ablagerung der Gerölle im Bette von Flüssen, welche aus den Gebirgen in die Ebene treten, worin die Neigung ihres Bettes weit geringer wird, ist demnach ein allgemeines Gesetz und in Folge dieser Ablagerung erhöht sich beständig das Flußbette im Verhältniß zu der Menge der angeschwemmten Gerölle. In allen Flachländern beobachtet man daher eine stete Versandung der Flußbetten und somit eine Verminderung des Raumes, welchen das Bette bietet. Ist dieses tief eingeschnitten, so erhebt sich allmählich der Wasserspiegel und bei stärkerem Anschwellen des Flusses überströmt dann dieser um so leichter seine Ufer, je mehr sich sein Bett versandet. Kommt nun eine heftigere Fluth, so bricht an einem oder anderen Orte, wo das Terrain leichter sich einschneidet, der Fluß durch, gräbt sich ein neues Bett und läßt das alte entweder als Nebenkanal oder sogar ganz trocken zurück.

In bewohnten Ebenen, wo die Ueberschwemmungen nachtheilig sein §. 890.
können, mußte man von alten Zeiten her schon darauf denken, die Ufer dieser sich versandenden Flußbetten einzudämmen, zu erhöhen und so der

Möglichkeit verheerender Ueberschwemmungen entgegenzuwirken. Wenn man aber auch schon längst dabei die Methode befolgt, daß man bei niederem Wasserstande das Bett ausgräbt und das so gewonnene Material zur Erhöhung der Seitendämme benutzt, so steht dennoch diese Aushöhlung selten im Verhältniß zu der Masse des angeschwemmten Gerölles und so kommt es denn, daß bei steter Erhöhung des Flußgrundes und beständiger proportioneller Aufschüttung der Dämme die Flußbetten allmählich weit über das Niveau der umliegenden Gegenden sich erheben. Ein frappantes Beispiel dieses Resultates des Ankämpfens gegen die Versandung der Flußbetten und die Ueberschwemmungen zeigt der Lauf des Po, der so sehr über die ihn umgebenden Ebenen erhaben ist, daß die Stadt Ferrara weit unter seinem Wasserspiegel liegt und sogar der Grund des Flußbettes mehre Meter höher ist, als der Boden der Stadt. Man kann demnach mit Fug und Recht behaupten, daß der Po auf dem Rücken eines langen Dammes läuft, welcher durch die lombardische Ebene sich hinzieht.

§. 891. Da das Meer stets dasselbe Niveau besitzt, so muß das Niveau eines Flusses, der sich in dasselbe ergießt, und den man eingedämmt hat, nothwendig eine gewisse Erhebung in einiger Entfernung besitzen, um zur Zeit des höheren Wasserstandes die größere Wassermenge, welche er führt, in das Meer ergießen zu können. Verlängert ein Fluß seinen Lauf durch Ansatz eines Delta in dem Becken, in welches er sich ergießt, so muß sich in demselben Verhältniß, als sich dies Delta verlängert, auch das Flußbett erhöhen. Im entgegengesetzten Falle behielte der Fluß nicht denselben Fall; wenn die Basis, auf welcher er sich fortbewegt, sich verlängert, so muß sich dieselbe entsprechend erhöhen, um denselben Winkel beizubehalten. Sobald daher das Delta eines Flusses sich verlängert und dadurch sein Fall und seine Geschwindigkeit abnehmen, so setzt er mehr Gerölle ab, als er vorher bei größerer Geschwindigkeit absetzte; eine natürliche Folge dieses Absatzes ist dann die Erhöhung seines Bettes und somit die Herstellung der früheren Fallneigung und Geschwindigkeit. Es ist somit in diesen verschiedenen Elementen selbst ein wechselseitiges Verhältniß gesetzt, wodurch dieselben sich stets in einem gewissen Gleichgewicht erhalten.

§. 892. Es wurde schon bemerkt, daß die Erhöhung der Flußbetten durch den mechanischen Niederschlag der Gerölle nothwendig, bei uneingedämmten, der Natur überlassenen Flüssen von Zeit zu Zeit eine Veränderung ihres Laufes herbeiführen müsse, indem die Ufer bei größeren Ueberschwemmungen durchbrochen werden und der Fluß, in tieferes Niveau herabstürzend, sich ein neues Bett ausgräbt. So entsteht dann eine gabelförmige Theilung des vorher einfachen Laufes und bei mehrfacher Wiederholung derselben Erscheinung entsteht daraus jene Form der Flußmündungen, die man, ihrer Aehnlichkeit mit dem griechischen Buchstaben wegen, Delta

genannt hat. Die meisten dieser Delta's finden sich bei den Ausmündungen der Flüsse in Seen und Meere, und man hat jetzt den anfangs nur auf die Nilmündungen angewandten Ausdruck in der Art ausgedehnt, daß man darunter alle Anhäufungen von Geröllen und Anschwemmungen versteht, welche von Flüssen bei ihrer Ausmündung in größere Becken abgesetzt werden, möge nun die Form und Zusammensetzung dieser Anschwemmungen noch so sehr wechseln.

Die Delta's der Flüsse, welche sich in Seen ergießen, bieten die einfach- §. 893.
sten Verhältnisse dar, da diese Behälter meist als ruhend angesehen werden können und nicht durch eigene Bewegung, wie das Meer durch Ebbe und Fluth, störend auf die Erscheinung einwirken. Die meisten Flüsse der Hochgebirge, besonders der Alpen, ergießen sich in solche Binnenseen und die Existenz dieser Behälter ist auch in Beziehung auf die Verhältnisse, welche uns beschäftigen, eine wesentliche Wohlthat für die Bewohner der Gebirgsländer und der daran gränzenden Ebenen. Die den Alpen entströmenden Flüsse führen verhältnißmäßig eine ungeheuere Menge von aufgeschwemmtem Material und von Geröllen mit sich, welche bei der starken Neigung ihres Bettes und der Geschwindigkeit ihres Laufes bis weit in die Ebene hinausgeführt werden und dort, durch Versandung der Betten, die größten Ueberschwemmungen bewirken würden, wenn nicht die Seebecken in ihrem Laufe sich fänden, in welchen die Gerölle abgesetzt, der Schlamm und Sand aufgehalten und niedergeschlagen werden und so dem Strome nur diejenigen Gerölle bleiben, welche er auf dem weiteren Verfolge seines Laufes durch die Ebene losreißt. Der Genfersee für die Rhone, der Brienzer- und Thunersee für die Aar, der Vierwaldstättersee für die Reuß, der Bodensee für den Rhein sind solche große Abklärungsbecken, in welchen die genannten Alpenströme ihre Geschiebe, Gerölle, Sand und Schlammanhäufungen absetzen. Alpenströme, welche keine Seen durchsetzen, wie der Po, zeigen deshalb auch die Erscheinungen der Versandung und Erhöhung der Flußbetten, der Deltabildung an der Ausmündung und der Ueberschwemmungen weit ausgebildeter, als z. B. der Rhein, und auch hier würde das holländische Delta weit geringer sein, wenn nicht der Rhein, wie die Rhone, nach dem Austritte aus dem Seebecken auf langem Laufe gewaltige Ablagerungen älterer Geschiebe durchschnitte, aus welchen er von Neuem mit Geröllen und mobilerem Material versehen wird. Nur allein aus dem Anwachsen des aus gröberem Material gebildeten Einmündungsdelta's könnte man auf die Menge der Gerölle schließen, welche ein solcher Alpenstrom jährlich aus den Gebirgen herbeiführt und in dem See absetzt; von der Sand- und Schlammmenge, welche er ablagert, kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, daß das Wasser vollkommen klar bei dem Ausflusse auf dem Thunersee ist und keine Spur von

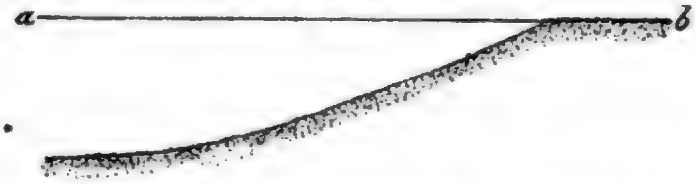
Sand und Schlamm auf dem Filter zurückläßt, während die Aar bei ihrem Austritte aus dem Gletscher in dem Monate August täglich 284370 Kilogramm aufgeschwemmten Sandes und Schlammes mit sich führt und bei ihrem Eintritte in den Brienzersee weite Wolken trüben Wassers bildet.

§. 894. Das Delta, welches die Rhone bei ihrer Einmündung in den Genfersee bei Villeneuve gebildet hat, besitzt eine ziemliche Größe. Der Grund des See's und seine Tiefe sind sehr wechselnd, doch hat er in der Mitte meist zwischen 120 und 160 Klaftern Tiefe und etwa drei Viertelstunden von der Einmündung bemerkt man an der allmählichen Erhebung des Bodens den Beginn des Delta. Von einer Tiefe von 600 Fuß an, Vevey gegenüber, bringt das Senkblei schon Flußschlamm zu Tage. Die ganze Länge des Delta mag etwa $^2/_3$ bis $^3/_4$ Stunden betragen, seine Dicke, welche allmählich abnimmt, im höchsten Falle 800 — 900 Fuß; sein Abfall ist demnach so gering, daß man seine Schichten für horizontal ansehen könnte. Dies dürfte um so mehr für die Schichten im Ganzen der Fall sein, als die Schichten wohl gegen die Flußmündung hin an Dicke zunehmen, da dieser die schwereren Geschiebe hier sogleich fallen läßt, während der feinere Schlamm weiter fortgeführt wird. Ebenso ist es sehr wahrscheinlich, daß das ganze Delta aus abwechselnden Schichten gröberer Geschiebe und feineren Sandes besteht; denn in den Monaten Mai bis Juli, während welcher die Rhone durch das Schmelzen des Schnee's ungemein anschwillt und weit mehr Wasser zuführt, schwemmt der Fluß auch weit mehr gröbere Geschiebe mit sich, die er, bei seiner stärkeren Bewegungskraft, auch weiter in das Delta hinein schleudert, als bei niedrigem Wasserstande, wo seine Bewegungskraft weit geringer ist. Es würde demnach im Delta durchschnittlich jedes Jahr durch eine Schicht gröberer Gerölle, auf welche eine feinere Schicht folgte, bezeichnet sein. Die übrigen Delta's, welche sich an den Einmündungen der verschiedenen Sturzbäche in den Genfersee bilden, haben natürlich nicht diese Ausdehnung und auch eine verhältnißmäßig weit stärkere Neigung, da sie bei kleinerer Bewegungskraft ihre Anschwemmungen nicht auf eine so große Fläche vertheilen können.

§. 895. Das Delta, welches die Aar beim Einströmen in den Brienzersee bildet, ist in neuester Zeit auf das Genaueste untersucht und gemessen worden. Der Fluß selbst entspringt in einer Entfernung von fünf Stunden etwa aus den Gletschern der oberen und unteren Aar, und gelangt nach mehren terassenförmigen Absätzen in das untere Haslithal, dessen Boden gänzlich mit fast horizontalen Geröllen erfüllt ist. Beim Eintritt in den Brienzersee bildet der Fluß zwei Arme, die durch ein kleines Delta von einander getrennt sind. Dieses Delta setzt sich in ein vom Wasser bedecktes Delta

fort, das aus feinem Kieselsande gebildet ist, der mit dem Wasser einen schwärzlichen Schlamm bildet. Derselbe Schlamm ist über den ganzen Boden des Brienzersee's ausgebreitet und kommt offenbar hauptsächlich von den schwärzlichen zerriebenen Glimmerschiefern her, welche an dem Ursprunge der Aar in großen Massen anstehen. Das Delta selbst erstreckt sich etwa 1100 — 1200 Meter weit in den See hinein und hat im Anfange seiner Gehänge einen Fall von 30 Graden; je tiefer man aber vorschreitet, desto geringer wird dieser Winkel, der in 300 Metern Entfernung nur noch 20 Grade beträgt und sich allmählich an den fast horizontalen Boden des See's anschmiegt. Es geht mithin aus dieser Beobachtung hervor, daß ein im Wasser abgesetztes Delta nicht überall gleichen Fall hat und sich allmählich mehr und mehr der horizontalen Linie nähert, wie dies das beigefügte Profil (Fig. 358) lehrt. Auf der Karte (Fig. 359)

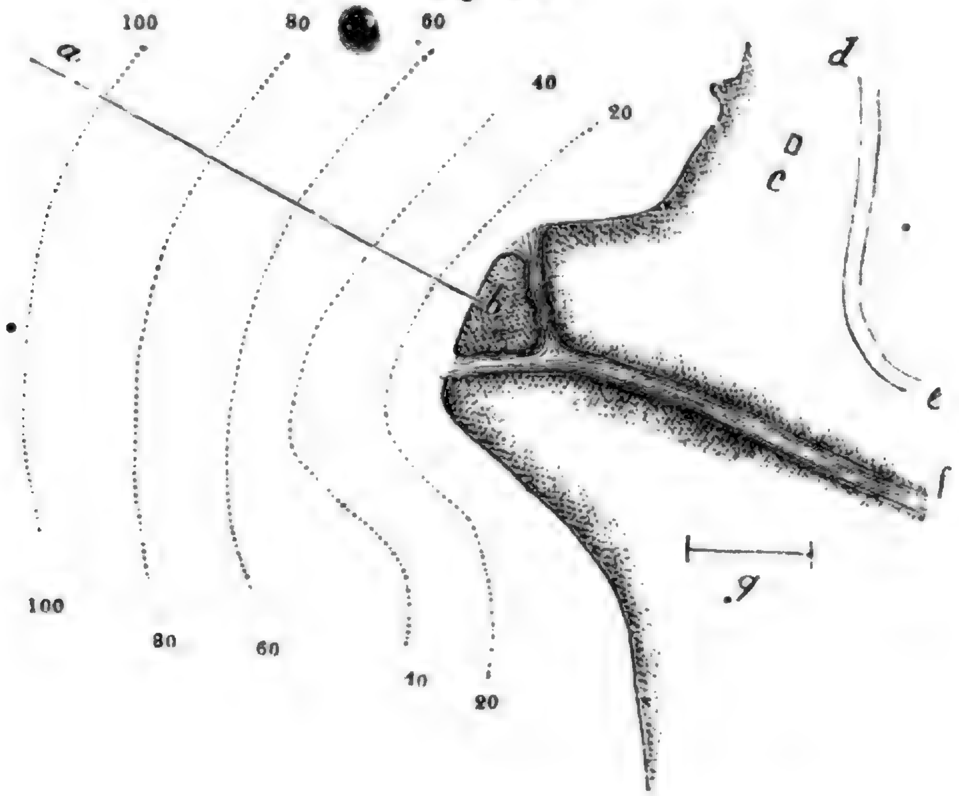
Fig. 358.



Profil des Aardelta nach der Linie *a b*.

sind durch punktirte Linien die Horizontalen von 20 zu 20 Metern Tiefe angemerkt.

Fig. 359.



Karte des Aardelta beim Einflusse in den Brienzersee.

a. b. Linie des Profils Fig. 358. *c.* Kienholz. *d. e.* Weg von Brienz nach Meyringen. *f* Aarfluß. *g.* Maßstab von 100 Metern.

§. 896. Die Delta's der größeren Flüsse, welche sich beim Ausmünden in das Meer bilden, verdienen schon um ihrer Größe willen eine ganz besondere Berücksichtigung. Man kann unter dem Namen der Niederlande alle diejenigen Länder bezeichnen, welche nur durch die Anschwemmungen der Flüsse gebildet sind, wie Holland, Niederägypten, die baltischen Niederlande ꝛc. Es tritt bei der Bildung dieser Delta's ein eigenthümliches Wechselverhältniß zwischen dem Flusse einerseits und dem Meere andererseits ein und die Uferbildungen, welche das Meer an anderen Stellen hervorruft, dienen wesentlich zur Beförderung und Umbildung der Delta's. Am meisten nähern sich noch die in Binnenmeeren abgesetzten Delta's denjenigen, welche in Süßwasserseen sich bilden, da der Einfluß der Ebbe und Fluth hier von weit geringerer Bedeutung ist. Das Delta des Nils ist, wie dasjenige des Po, der Rhone und der Donau in diesem Falle, und es mag zweckmäßig erscheinen, hier das erstere als erläuterndes Beispiel der Deltabildung zu betrachten, um so mehr als die regelmäßige Periodicität der Erscheinungen, sowie die Kenntniß derselben aus den ältesten Zeiten her manche Fragen entscheiden können, welche bei weniger vollständigen Documenten im Zweifel bleiben müßten.

§. 897. Das Delta des Nils (s. Taf. II. Fig. 360.) bildet eine vollkommen horizontale Ebene von dreieckiger Gestalt, die von Kanälen und Armen nach allen Richtungen hin durchschnitten ist und nur hier und da einige künstliche Erhöhungen und schmale Dämme zeigt, auf welchen während der Ueberschwemmungen die Bewohner mit einander communiciren können. Das Nilthal selbst, als dessen Ausmündung sich das Delta darstellt, ist bis gegen Kairo hin sehr schmal und auf beiden Seiten von nackten Bergketten eingeschlossen, welche bei Kairo nach Ost und West hin abschweifend einen dreieckigen Raum öffnen, dessen innerer Winkel etwa 140 Grade beträgt. Das ganze Delta nimmt einen Flächenraum von etwa 400 deutschen Quadratmeilen (22194 Quadrat-Kilometern) ein, und ist gegen das Meer hin von einer Reihe sandiger Erhabenheiten begränzt, welche einen fortlaufenden gekrümmten Damm bilden, der selbst bei den stärksten Ueberschwemmungen hervorragt und sieben Einschnitte zeigt, durch welche das Wasser des Nils sich in das Meer ergießt. Hinter diesem Uferwall, dessen Länge in gerader Linie etwa 137 Kilometer beträgt, befinden sich mehre große Lagunen oder Seen, die etwa 4300 Quadratkilometer einnehmen mögen, wodurch dann für das Delta etwa 18800 Quadratkilometer zum Ackerbau geeigneten Landes überbleiben mögen.

§. 898. Der Nil bildet jetzt zwei Hauptarme, von welchen der westliche, der von Rosette, der bedeutendste ist, indem er nahe bei der Ausmündung etwa 600 Meter Breite und 1,6 Meter Tiefe hat, während der östliche Arm, der von Damiette, nur 300 Meter Breite und 2,5 Meter Tiefe

bei niederem Wasserstande hat. Im Alterthume waren diese beiden Mündungen äußerst unbedeutend, und die von Rosette unter dem Namen der bolbitischen, die von Damiette als die phatnitische oder bucolische bekannt; während im Gegentheile die Mündung von Canope, die westlichste von allen (mit *d* auf der Karte bezeichnet), die sebennytische (jetzt Mündung von Burlos, *e* auf der Karte) und die pelusische, jetzt Mündung von Synch (*i* auf der Karte) die schiffbaren Hauptmündungen bildeten. Von allen jetzigen Zweigen des Nils sind es aber nur die genannten beiden Hauptarme von Rosette und Damiette, welche in die See selbst einmünden; alle übrigen ergießen sich in die erwähnten Lagunen, die durch den Uferwall von dem Meere geschieden sind, und von welchen der See Mareotis im Westen hinter Alexandria (*a* auf der Karte), der See Burlos, etwa in der Mitte des Delta (*b* auf der Karte) und der See Mansalek im Osten (*c* auf der Karte) die bedeutendsten sind. In den letzteren münden die vier östlichen Oeffnungen, in den See Burlos der früher bedeutendste Arm und in den See Mareotis die canopesche Oeffnung. Faßt man den Begriff des Delta enger, als den zwischen den Hauptströmen gelegenen Theil Landes, so hat sich das Delta seit dem Alterthume bedeutend verkleinert, indem damals die jetzt versiegten pelusischen und canopischen Zweige sehr bedeutend waren und das ganze, den Ueberschwemmungen ausgesetzte Land zwischen sich faßten, während jetzt die Zweige von Rosette und Damiette einen weit geringeren Flächenraum in sich schließen und auch ihre gabelförmige Theilung weit mehr gegen das Meer hin vorgerückt ist, als diejenige der alten Arme, welche bei Kairo statthatte.

Die periodischen Ueberschwemmungen, welche das Wachsen des Nils §. 899.
verursacht, verbreiten sich über das ganze Plateau des Delta, auf welchem sie alljährlich eine neue Schlammschicht absetzen. Dieser feine Schlamm oder Lehm wird beim Trocknen sehr fest und hart; sein Bruch ist erdig; er klebt etwas an der Zunge, schwemmt sich im Wasser auf, sieht etwas braunroth aus und fühlt sich seifenartig an. Er läßt sich mit Wasser zu einem Teige kneten, enthält beinahe die Hälfte seines Gewichtes Kieselerde, 24 Procent Thonerde und 13 Procent Eisenoxyd, nebst drei Procent organischer Materie, die ihm zum Theil seine eigenthümliche fruchtbare Beschaffenheit ertheilt. Das ganze Delta besteht bis in eine Tiefe von 14 und 15 Metern aus horizontalen Schichten dieses festgewordenen Schlammes, der bei dem Trocknen tiefe Risse wirft, untermischt mit Schichten feinen Sandes, welche besonders in der Nähe des Nils selbst bedeutender zu sein scheinen. Wahrscheinlich ruht der ganze Schlamm des Delta auf einer Sandschicht, die von dem Meere angeschwemmt war und allmählich von dem Schlamme überdeckt wurde, wenigstens findet man im Osten von Kairo, an dem Fuße

der lybischen Hügelkette, welche das Nilthal einschließt, in einer Tiefe von mehren Metern den Boden aus grobem Sande gebildet, der alle Charaktere eines vom Meere abgelagerten Dünensandes trägt.

Da die Gewässer des Nils beim Anschwellen des Flusses und bei der Ueberschwemmung sich auf einer stets breiter werdenden Fläche ausdehnen, so muß natürlich die Tiefe des Wassers um so mehr abnehmen, je mehr man sich dem Meere nähert. In der That steigt das Wasser im Mittel bei Kairo auf 7 bis 8 Meter; während bei Rosette und Damiette es im Mittel nur auf einen Meter ansteigt. In der Nähe des Meeres wechselt indeß das Verhältniß des Ansteigens je nach der Höhe des Meerwassers; denn da die Neigung des Flußbettes im Ganzen nur etwa einen Fuß auf die Stunde Erstreckung beträgt, so stauen die Winde aus Norden, welche die Meereswellen gegen die Mündungen andrängen, das ausfließende Nilwasser zu bedeutenderer Höhe an.

§. 900. Eine natürliche Folge der geringeren Tiefe des Wassers gegen das Meer hin ist auch der geringere Absatz von Schlamm. Nach neueren Berechnungen beträgt die Erhöhung des Nilthales oberhalb Kairo etwa 126 Millimeter während hundert Jahren; in dem Delta selbst schätzt man die während eines Jahrhunderts abgesetzte Schlammschicht auf 61 Millimeter, mithin kaum die Hälfte. Die Erhöhung des Delta ist mithin nicht so bedeutend, als man glauben könnte, indeß immer noch groß genug, um Verschiedenheiten in der Vertheilung der Wasserströme wahrzunehmen. Es ist natürlich, daß die Ufer der Nilarme etwas höher sind, als das umliegende Land, indem zunächst an dem Strome mehr abgelagert wird, als in größerer Entfernung; diese Erhöhung der Ufer ist indeß nicht bedeutend, da man keine Eindämmungen vorgenommen hat, um die Ueberschwemmungen abzuhalten, sondern dieselben im Gegentheil so viel wie möglich gleichmäßig über das ganze Land zu verbreiten sucht. Das Nildelta ist mithin weit mehr, als alle anderen Delta's, in denjenigen ursprünglichen Verhältnissen, welche ein unbewohntes Delta zeigt, wo die Ueberschwemmungen ebenfalls nicht durch Dämme zurückgehalten werden.

§. 901. Das Delta des Nils bildet an seiner Berührungsfläche mit dem Meere einen weiten Bogen, der gegen das Meer hin convex ist und die verschiedenen Mündungen zeigt, durch welche man theils direct in die Arme des Stromes, theils in die Binnenseen eindringt, welche sich hinter der Gränze des Delta finden. Die Bildung dieser Binnenseen oder L a g u n e n, sowie die Conformation der schmalen Landzungen, wodurch sie von dem Meere getrennt werden, verdient eine nähere Berücksichtigung.

Die Landzungen bilden, in ihrem Zusammenhange betrachtet, einen langen bogenförmigen Uferwall, welcher die Gränze des Meeres bezeichnet. Dieser Uferwall ist erhabener, als das ganze umliegende Land, seine

Oberfläche ist von Dünensand und nicht von Thonschlamm, wie das übrige Delta, gebildet und seine geologische Constitution ist eine ganz andere, indem seine Basis aus festen Kalkfelsen aufgebaut ist, von welchen man im ganzen Delta auch keine Spur antrifft. In dem sandigen Kalkfelsen, aus welchem dieser Uferwall besteht, finden sich manche Denkmäler der alten Aegyptier, die Katakomben von Alexandrien z. B. zum Beweise, daß troß der Zerstörungen, welche das Meer an diesem natürlichen Damme angerichtet hat, dennoch derselbe im Ganzen seine ursprüngliche Form während Jahrtausenden erhalten hat. Dieser kalkige Sandfels hat eine weißgraue Farbe und nur hier und da Festigkeit genug, um als Baustein verwendet werden zu können; er widersteht nur sehr schlecht den Meereswogen und seine Erhaltung wäre fast unbegreiflich, wenn man sich nicht auf der anderen Seite überzeugte, daß dieser kalkige Sandstein noch jetzt sich beständig neubildet durch das Zusammenbacken der kleinen mikroskopischen Schalen von Foraminiferen, welche in dem Ufersande leben. Durch Infiltration des im Nilwasser enthaltenen Kalkes in den Meeressand backt sich dieser zusammen, erhärtet und bildet so stets neuen Fels, der den durch das Meer verursachten Schaden ersetzt. Es ist indessen wahrscheinlich, daß an vielen Stellen dieser durchaus neugebildete kalkige Sandstein auf anderen, der Tertiär- oder Kreidezeit angehörigen Kalksteinen ruht, welche in der lybischen Wüste zu Tage gehen. An vielen Stellen sind noch die Oberflächen dieses Uferwalles von förmlichen Dünen bedeckt, welche sich ganz so verhalten, wie die Dünen an anderen sandigen Meeresufern.

Die Lagunen oder Binnenseen, welche das Delta begränzen, bestehen §. 902.
nur durch diesen Uferwall; ohne diesen wären sie mit dem Meere vereinigt. Diese Lagunen haben meist nur eine geringe Tiefe von etwa einem Meter; nur in der Richtung der früher mächtigen Flußarme steigt diese Tiefe hier und da bis zu 3 und 5 Metern an; der Boden ist von Nilschlamm gebildet, der an den in die See gehenden Mündungen mit Sand gemischt ist. Offenbar füllen sich diese Lagunen mehr und mehr an und werden allmählich im Laufe der Zeit verschwinden, da der Uferwall die Wegführung des alljährlich darin abgesetzten Nilschlammes verhindert. Alle diese Lagunen sind außerordentlich fischreich und ihr Wasser abwechselnd süß, bei den Ueberschwemmungen, oder Brackwasser, bei niederem Wasserstande des Flusses, wo das Meer eindringt.

Die Anschwemmungen des Nils haben sich demnach bis jetzt durchaus innerhalb des Gränzcordons gehalten, welcher ihnen durch diesen kalkigen Uferwall gesetzt ist. Nur an zwei Stellen, an den beiden Mündungen von Rosette und Damiette, haben die Nilanschwemmungen sich über den Uferwall hinaus erstreckt und beginnen jetzt ihren Uebergriff in das freie Meer. Es haben sich hier zwei Vorsprünge gebildet, die über den

Uferwall hinausragen, sich stets durch frischen Ansatz aus dem Nile vergrößern und auf deren Mitte sich die Nilmündung befindet. Indeß wachsen diese beiden Vorsprünge, des zerstörenden Einflusses der Meereswellen wegen, nur äußerst langsam und das Wachsthum erreicht jeden Falls, nach neueren Berechnungen, keine 4 Meter im Jahre.

§. 903. Betrachtet man nun die Formation des Nildelta's im Ganzen, so zeigt sich, daß dieselbe eine complicirte ist, indem das Meer, durch Bildung des Uferwalles, derselben eine Gränze gesetzt hat, die es nur an einigen Orten zu überschreiten beginnt. Der Meeressand auf dem Grunde des Delta beweist, daß dieses eine Bucht war, begränzt durch einen Uferwall, daß seine Bucht allmählich sich mit Nilschwamm ausfüllte und daß gemeinschaftlich mit dieser Ausfüllung die Bildung des Uferwalles sich festsetzte und consolidirte. Wie gering der Gewinn über das Meer gewesen sei, zeigen die kleinen Vorsprünge, welche die beiden Hauptmündungen außerhalb des Uferwalles erzeugt haben.

§. 904. Das Delta des Ganges, ohne Zweifel das größte, welches sich auf der Erde findet, hat eine Länge von 320 Kilometern und eine beinahe ebenso lange Basis gegen das Meer hin. Die Menge der von dem Ganges zugeführten Depôts wird noch vermehrt durch den Brahma-Putra, der ebenfalls von der Kette des Himalaja nach dem Golf von Bengalen hinabströmt. Das Delta selbst besteht bis in die Tiefe von 80 Fuß aus abwechselnden Schichten von blauem Letten, sandigem Thon und Torf, welche auf einem Bette von Sand und Gerölle ruhen, das alle Anzeichen einer meerischen Absonderung an sich trägt. Der Fluß selbst führt während der Regenzeit eine so ungeheure Menge von Schlamm und Sand mit sich, daß das Meer bis in eine Entfernung von 20 Stunden von der Küste getrübt ist, und man hat berechnet, daß allein in der Regenzeit der Ganges alljährlich 172 Millionen Cubikmeter und im Jahre etwa 180 Millionen Cubikmeter getrockneten Schlammes mit sich führt. Das Delta des Ganges selbst bietet eine weite, ebene Fläche dar, welche den Namen der Sunderbunds trägt, und aus torfigen Morästen, seichten Schlammseen und weiten Strecken moorigen Landes gebildet wird, auf welchem Gestrüppe und Rohr in Menge wachsen. Die Ausdünstungen dieses morastigen Landes erzeugen eine wahre Pestatmosphäre, in welcher nur Tiger und Krokodile hausen.

§. 905. Das Delta des Po, welches sich in dem adriatischen Meerbusen zwischen Rimini einerseits und dem Golf von Triest andererseits hinzieht, ist in der ganzen Länge seiner Ausdehnung durch einen Uferwall begränzt, der einen sanften Bogen bildet, und dessen Stücke in der Nähe von Venedig mit dem Namen des Lido bezeichnet werden. Hinter diesem Lido zeigen sich an mehren Stellen, namentlich bei Venedig und Comachio, bedeu-

tende Lagunen, die allmählich von den Ablagerungen des Po, der Etsch und der verschiedenen Nebenflüsse derselben erfüllt werden. Die meisten Städte der adriatischen Küste liegen an dem inneren Ufer dieser Lagunen und eine natürliche Folgerung dieser Lage ist die allmähliche Abschneidung dieser Städte von dem Meeresufer und ihre Vernichtung als Seehafen. Ravenna lag zur Zeit Strabo's am Ufer einer Lagune, die als Kriegshafen diente, während es heut zu Tage in einer Entfernung von 7000 Metern vom Meeresufer sich findet und die Stelle des ehemaligen Hafens von Gärten und fruchtbarem angeschwemmten Lande bedeckt ist. Adria, welches ebenfalls zur Römerzeit ein Hafen war, und wahrscheinlich ebenfalls am inneren Ufer einer Lagune lag, liegt heute 25000 Meter vom Meere entfernt, indem nicht nur die Lagune erfüllt wurde, sondern auch das Delta selbst, wie wir in der Folge sehen werden, sich über den Uferwall hinaus in das Meer vorschob. Die Lagunen, an deren Ufer Venedig liegt, sind nur durch bedeutende Arbeit bis jetzt vor der gänzlichen Versandung behütet worden, und es ist sehr wahrscheinlich, daß in geringer Zeit Venedig das Schicksal Ravenna's theilen wird. Ebenso haben die Einwohner von Comachio nur durch Ablenkung sämmtlicher Ströme süßen Wassers, welche sich in ihre Lagunen ergießen, die Anfüllung dieser fischreichen Binnenseen verhindern können.

Der Po selbst erhöht bei seinem Laufe durch die flache Ebene des lom- §. 906.
bardischen Delta's beständig sein Bett in so ausgezeichneter Weise, daß auf der ganzen Länge seines Laufes Eindämmungen nöthig wurden, welche das Flußbett so sehr erhoben haben, daß heut zu Tage der Boden des Flusses höher liegt, als alle umliegenden Gegenden. Die bedeutende Menge von Geröllen und sonstigen Materialien, welche der Po aus den Alpen mit sich führt, haben eine rapide Verlängerung seines Delta längs der Ausmündung herbeigeführt. Der ursprüngliche Uferwall zeigt sich in der Nähe von Adria als ein System fortlaufender Hügel, während die Mündungen des Po selbst einen Vorsprung bilden, der etwa 24 Kilometer von dem alten Uferwall in das Meer vorspringt. Diese ganze Länge ist nach allen Berechnungen und historischen Documenten seit dem Anfang des 12. Jahrhunderts angeschwemmt worden, denn es scheint constatirt, daß zur angegebenen Zeit das Ufer des Meeres bei Adria eine gerade Linie längs der Dünenhügel bildete, welche wir oben als Fortsetzung des alten Uferwalles bezeichneten. Nach diesen Daten würde demnach seit dem Beginn des 12. Jahrhunderts das Delta des Po sich jährlich etwa um 33 Meter verlängern, was, wie man sieht, im Verhältniß zu den Verlängerungen der Nilmündungen äußerst bedeutend ist.

Das Delta des Missisippi ist vielleicht dasjenige, welches am schnellsten § 907
sich ausdehnt und täglich die bedeutendsten Veränderungen in der Con-

figuration des von ihm angeschwemmten Landes hervorbringt. Die Länge dieses Delta mag etwa 320 Kilometer betragen, seine Breite kann auf wenigstens 300 Kilometer geschätzt werden. Das ganze Delta bildet ein äußerst flaches niedriges Land, welches während 9 Monaten des Jahres fast von Wasser überschwemmt ist und einen weiten See bildet, aus welchem nur längs des Stromes und seiner Arme schmale Dämme hervorschauen. In der beigefügten Karte, Taf. III., Fig. 361, wurde das auf diese Weise alljährlich überschwemmte Land durch Punktirung angedeutet. Der Missisippi theilt sich während seines Laufes durch das Delta in eine Menge von Armen, Bayus genannt, welche theilweise die großen Landseen ernähren, die sich im Inneren des Delta finden. Die Tiefe dieser Bayus ist weit geringer, als diejenige des Missisippi und viele derselben führen sogar nur während der Ueberschwemmungen Wasser. Die Binnenseen oder Lagunen des Delta haben so wie diejenigen des Nil-Delta nur eine geringe Tiefe, sind aber dadurch vor diesen ausgezeichnet, daß nur wenige Spuren eines Ufer-Apparates vorkommen, welche sie umzäunen.

§. 908. Der Missisippi selbst zeigt 5 Mündungen, von welchen 3 die bedeutendsten sind, nämlich die südöstliche (*b*), nordöstliche (*a*) und die südwestliche (*d*). Der Fluß schwemmt namentlich zur Zeit des hohen Wasserstandes eine ungeheure Menge von Baumstämmen, ganzen Bäumen mit Wurzeln und Aesten (sogenannte Snags) und anderen Producten der Urwälder nach dem Meere hin. Sehr häufig bilden diese vegetabilischen Trümmer gewaltige Flöße, in welchen sich der Sand, der Schlamm und die erdigen Bestandtheile festsetzen und so allmählich schwimmende Inseln bilden, auf welchen nach und nach eine neue Vegetation entsteht, die sich so lange erhält, bis das Floß sich mit dem festen Lande vereinigt und dies vergrößert. Die Menge des vom Missisippi weggeführten Schlammes ist ungeheuer, und die Verlängerung seines Delta beträgt etwa 350 Meter im Jahr.

§. 909. Das Rhein-Delta bietet die complicirtesten Phänomene hinsichtlich der wechselseitigen Wirkung der Flußablagerung und der Meeresbildungen, welche noch dadurch verwickelt werden, daß der Boden der Niederlande sich beständig durch selbstständige Senkung erniedrigt. Die Küstenlinie, welche sich von dem Kanal bis zur Einmündung der Elbe und von da längs der schleswigschen Küste nach dem Nordmeer erstreckt, bietet eine äußerst gleichförmige Krümmung und ist nur hier und da durch einzelne Einschnitte und mehre mehr oder minder große Lücken mit den zahlreichen Binnenseen in Verbindung, welche sich hinter dem Uferwalle finden. Die verschiedenen Inseln, welche namentlich im Norden des Zuydersee's längst der friesischen Küste bis zur Einmündung der Weser sich hinziehen,

sind nur Stücke dieses Uferwalles, dessen Zerstörung durch die Wellen des Meeres, sogar in geschichtlicher Zeit. bedeutend vorgeschritten ist.

Die Niederlande im Ganzen sind von dem nördlichen Theile Deutschlands durch einen breiten Streifen eines thonigen Kieselsandes getrennt, in welchem sich viele Gerölle finden, die theils aus zerstörten Kreideschichten, theils aus den primitiven Gesteinen der Alpen herstammen. Dieser Sand, der in Westphalen und Holland den Namen »die Geest« führt, bildet den Boden der westphälischen Steppen und derjenigen Hügel, welche in den Niederlanden hier und da über das Niveau des angeschwemmten Landes hervorragen. Bei Rotterdam, Antwerpen und an vielen anderen Orten Hollands hat man unter den angeschwemmten Schichten von Thon, Dünensand und Torf, welche die Oberfläche des Landes bilden, den Sand der Geest in der Tiefe gefunden, und es ist somit wahrscheinlich, daß die Geest einen hügeligen, allmählich unter das Meeresniveau einschießenden Boden bildet, in dessen Vertiefungen die durch den Fluß bedingten Bildungen abgelagert sind. Der Sand der Dünen selbst, welche den Uferwall bilden, scheint nur ein ausgewaschener Geestsand zu sein, in welchem die größeren Gerölle fehlen.

Die Anschwemmungen der Niederlande, welche sich über dem Geest- §. 910.
Boden ablagerten, wurden hauptsächlich von der Schelde, der Maas und dem Rhein geliefert, und da der letztere Fluß den hauptsächlichsten Einfluß auf die Bildung der Gegend gehabt hat, so halten wir uns verzugsweise in der Beschreibung der einzelnen Erscheinungen an die Bildungen, welche der Rhein bedingt hat. Dieser selbst theilt sich beim Eintritt in das Delta in drei Hauptäste. Zwei derselben, die Waal und der Lek, laufen parallel mit einander von Ost nach West, während der dritte Arm, die Yssel, sich nach Norden wendet, um sich in den Zuydersee zu ergießen. Schon während der historischen Zeiten hat der Lauf des Rheins manche Veränderungen erlitten, theils durch natürliche Ursachen, indem er, wie alle Flüsse sein Bett allmählich erhöhte und es später verließ, um sich ein neues zu graben, theils aber auch und namentlich durch die Bemühungen der Anwohner, welche sich vor Ueberschwemmungen zu schützen und das umliegende Land dem Meere und dem Flusse abzugewinnen suchten. Die alten Bataver behaupteten sich auf dem Rhein-Delta und längs der friesischen Küste etwa in ähnlicher Weise, wie die Aegyptier in dem Delta des Nils. Sie erhoben einzelne Hügel und Dämme, auf welche sie sich zur Zeit der Ueberschwemmungen zurückziehen konnten, und überließen das platte Land der periodisch wiederkehrenden hohen Fluth, welche die Gewässer des Flusses zurückstaute und einen Absatz von Schlamm zur Folge hatte, der allmählich den Boden erhöhte und außerhalb des Bereiches der Ueberschwemmungen setzte. Dieser natürliche Fortschritt der Delta-Bildung wird bedeutend

modificirt durch die Eindämmung, wodurch man die sogenannten Polders vor dem Einbruche des Meeres schützte. Diese Polders sind Räume, welche im Allgemeinen tiefer liegen, als das Niveau des Meeres. Von allen Seiten eingedämmt, werden sie durch besondere Schöpfmaschinen ausgetrocknet, die man durch Windmühlen treiben läßt. Der angeschwemmte Schlammboden dieser Polders hat eine ausgezeichnete Fruchtbarkeit, die aber nicht in gleicher Weise, wie auf den eingedämmten Stellen des Delta durch stete neue Absätze unterhalten wird.

§. 911. Längs der friesischen Küste, wo die Polders weniger gebräuchlich sind, läßt sich die Bildung der Anschwemmungen leichter beobachten, als in den holländischen Niederlanden. Die fruchtbaren Marschländer dieser Gegenden bilden sich, wie es scheint, in folgender Weise. Das sandige Gestade oder das Watt, nach friesischem Ausdrucke, welches regelmäßig bei der Fluth vom Meere bedeckt wird, und nur während der Ebbe trocken bleibt, wird von einer eigenthümlichen Pflanze überzogen, dem sogenannten Kruckfuße (Salicornia herbacea), deren Wurzeln dem Sande einige Festigkeit verleihen. Die Anschwemmungen werden in dem Gewirr dieser Pflanzen zurückgehalten, vermehren sich, das Watt selbst erhebt sich und wird nur noch in den großen Fluthen bei Tag- und Nachtgleiche von dem Meere bedeckt. Der Boden überzieht sich mit dem sogenannten Quellengrase (Poa maritima), das als Weide dient, und nachdem er einige Zeit trocken gelegen hat, wird er eingedämmt, um als Ackerland zu dienen.

§. 912. Wenn so auf der einen Seite nicht verkannt werden kann, daß in den holländischen und deutschen Niederlanden die Erfüllung der hinter dem Uferwalle gelegenen Strecken auch ohne die Bemühung des Menschen eine bedeutende Rolle spielt, so darf auf der anderen Seite nicht vergessen werden, daß das Verhalten des Meeres dem Rhein-Delta gegenüber ein durchaus exceptionelles ist. Die geschichtlichen Documente, welche wir von Cäsar's Zeit bis auf die unserige besitzen, weisen eine Reihe von wiederholten Einbrüchen des Meeres nach, wodurch die innerhalb des Uferwalles gelegenen Länderstrecken von Zeit zu Zeit überschwemmt und der Uferwall selbst theilweise zerstört wurde. Einer der bedeutendsten dieser Einbrüche ist derjenige, welcher im 13. Jahrhundert den Zuydersee bildete. Anfangs lag in dem südlichen Theile des jetzigen Zuydersee's ein Süßwasser-See, Flevo genannt, welchen die Yssel durchströmte, um von da ihren Lauf bis nach der heutigen Insel Vlieland hin fortzusetzen. Nach und nach wurde das ganze Land im Norden des See's Flevo überschwemmt und so der Zuydersee gebildet, indem nur der Uferwall in Form einiger unzusammenhängender langgestreckter Inseln zurückblieb. Die Bildung des Dollart, der Jahde und vieler anderer Localitäten wurden durch ähnliche Einbrüche des Meeres bei hohen Sturmfluthen be-

dingt. In der Nähe vieler Dörfer, bei Scheveningen, Katwyk, Walcheren, kennt man bedeutende Einbrüche des Meeres über das feste Land und bei Katwyk namentlich finden sich die Ruinen einer römischen Festung, die vom Kaiser Claudius angelegt wurde, in einer Entfernung von 600 Schritten vom Gestade auf dem Grunde des Meeres. Diese Erscheinungen scheinen zu beweisen, daß der Boden der Niederlande sich allmählich senkt und so von Zeit zu Zeit die Einbrüche des Meeres möglich macht, welche wir erwähnten. Die Dämme, welche man errichtet hat, müssen nothwendig mit der Zeit ungenügend werden, und so die erwähnten Einbrüche begünstigen.

Suchen wir nun die Erscheinungen, welche das Rhein-Delta darbietet, zusammenzufassen, so ergiebt sich, daß die Gestalt desselben durch einen Uferwall bedingt war, welcher ein hügeliges Sandland begränzte, und daß innerhalb dieser Dünen die Ablagerungen aus dem Flusse vor sich gingen. Der Boden erhob sich nach und nach durch Anhäufungen von Torf, Sand und Schlamm, welche sich in ähnlicher Weise würden fortgesetzt haben bis in unsere Zeit, wenn nicht die Industrie durch das System der Eindämmungen den natürlichen Verlauf der Phänomene modificirt hätte. Die allmähliche Senkung des Bodens bedingte andererseits Erscheinungen, welche an den meisten übrigen Delta's sich nicht finden, und die um so unwiderstehlicher sein müssen, als sie auf einer Ursache beruhen, welche nur äußerst langsam aber stetig eingewirkt hat. §. 913.

Suchen wir nun im Allgemeinen die einzelnen Erscheinungen, welche die Delta's der verschiedenen Flüsse darbieten, zusammenzufassen, so zeigt sich, daß die Bildung derselben wesentlich von der Existenz fast horizontaler, kaum geneigter Strecken abhängt, welche durch einen Uferwall von dem Meere geschieden waren, und so Lagunen bildeten, innerhalb welcher die Anschwemmungen der Flüsse sich wie in einem ruhigen See ablagern konnten. Die periodischen Ueberschwemmungen der Flüsse und das abwechselnde Zurückstauen derselben durch die höheren Sturmfluthen bedingten anfangs mehrfache Abwechselungen in der Natur der Gewässer, welche die Lagune erfüllten, bis nach und nach durch den fortgesetzten Absatz der Ablagerungen der Boden der Lagune sich über das Meeresniveau erhob und ein plattes, von vielfachen Flußarmen durchfurchtes Land bildete, das durch einen sandigen Uferwall von dem Meere getrennt wurde. Nur die größten Flüsse haben diesen Uferwall überschritten und ihre Anschwemmungen über denselben weg in das freie Meer hinausgeführt. Allein auch hier geschah dies meist nur in Folge der von Menschen unternommenen Eindämmungen, wodurch die Gewässer des Flusses verhindert wurden, sich zur Zeit der Ueberschwemmungen über die Fläche des Delta auszudehnen. Die Verlängerung der wenigen, auf diese Weise in das Meer vorge- §. 914.

schobenen Delta's ist indessen so unbedeutend, daß sie kaum in die Augen fällt, und nur der Missisippi macht eine auffallende Ausnahme. Berechnet man indessen das Alter des Missisippi-Delta's nach der in jetziger Zeit stattfindenden Verlängerung desselben von 350 Metern im Jahre, so würde daraus bei einer totalen Länge von 460 Kilometern hervorgehen, daß die Bildung dieses Delta erst vor 1314 Jahren, mithin im 6. Jahrhundert der christlichen Zeitrechnung begonnen haben würde. Die Unmöglichkeit einer sochen Folgerung leuchtet von selbst ein, und es ergiebt sich daraus wohl am nächsten der Schluß, daß die jetzige Verlängerung des Delta eine abnorme ist, bedingt durch die Eindämmungen des Flusses und durch die Arbeiten im Inneren des Landes. Trotz seiner ganz außerordentlichen Größe erfüllt aber das Delta des Missisippi doch nur einen außerordentlich kleinen Theil des mexicanischen Golfes und man darf daraus schließen, daß die Delta's durchaus nicht, wie man zuweilen wohl glaubte, die Anfänge einer allmählichen Ausfüllung der Meeresbuchten seien, sondern daß sie im Gegentheil nur äußerst beschränkte Bildungen darstellen, auf welche die Industrie des Menschen den allergrößten Einfluß ausübt und deren Existenz auf eine Zeitdauer hinzeigt, welche mit der Länge anderer geologischen Perioden durchaus nicht verglichen werden kann.

§. 915. Die Delta's, welche über das Bereich der Uferwälle hinaus sich in die freie See erstrecken, bilden den Uebergang zu den Erscheinungen, welche sich in denjenigen breiten offenen Flußmündungen zeigen, deren Eintritt durch keinen Uferwall beschützt ist und die man Aestuarien genannt hat. Hier setzen sich die Gerölle und der Flußschlamm nicht, wie in den Delta's, nach Gesetzen ab, die etwa dieselben sind, wie in ruhigen, stehenden Gewässern; sondern das Meer tritt frei aus und ein, Ebbe und Fluth herrschen in den Aestuarien wie an allen anderen Küstenerstreckungen und sogar noch in weit größerer Ausdehnung, da die buchtenförmige Gestalt der Aestuarien die Erhöhung der Ebbe und Fluth bedingt. Die Bildung und Erhaltung der Aestuarien hängt demnach von der combinirten Wirkung des Meeres und des Flusses ab. Die Fluth tritt, durch keinen Uferwall gehindert, mit ihrer ganzen Bewegungskraft in die Mündung der Bucht ein; zwischen engeren Ufern eingeschlossen erhebt sich die Fluthwelle und drängt vorwärts der Flußmündung entgegen in das Land hinein. Sie bildet so eine Art beweglichen Dammes, der das Flußwasser aufstaut und zurückdrängt, so daß während der Fluthzeit der Strom, statt nach dem Meere hinzufließen, landeinwärts fließt und in manchen Aestuarien die Fluth sich in zwanzig und mehr Meilen Entfernung von der Küste her spüren läßt. Die größere specifische Schwere des Meerwassers läßt dieses gleichsam wie einen Keil unter das süße Wasser dringen

und dasselbe aufheben, so daß man anfangs, wenn der Fluß sich staut, in den Aestuarien oben süßes Wasser, am Grunde aber Meerwasser findet. Sobald die Ebbe beginnt, so sinkt das Meer zurück, der Fluß strömt mit erhöhtem Gefälle vorwärts, da seine Wasser vorher gestaut waren und das Niveau des Meeres, in welches er sich ergießt, abgenommen hat, und reißt nun die während der Fluth abgesetzten Materialien mit gewaltiger Kraft fort. Auch hier übt wieder die specifische Schwere einen bedeutenden Einfluß, indem das Flußwasser über das Meerwasser hinwegströmt und bei größeren Flüssen bis viele hundert Meilen in die See hinein unvermischt demselben aufschwimmt. Ebbe und Fluth wirken demnach in den Aestuarien etwa wie ein Apparat von Schleusen, die man abwechselnd öffnet und schließt, um bald dem Wasser ein erhöhtes Gefälle zu geben, bald es zu stauen und anzusammeln.

Im Allgemeinen dauert in den Aestuarien die Ebbe weit länger als §. 916. die Fluth, schon aus dem einfachen Grunde, weil bei ersterer die Gewässer aus dem engen Flusse in die weitere Bucht sich ergießen, mithin successiv an Schnelligkeit abnehmen, während bei der Fluth das Eindringen in einen Kanal von stets abnehmender Breite eine Zunahme der Geschwindigkeit bedingt. In der Themsemündung, so wie in derjenigen der Gironde steigt die Fluth während 5 Stunden; die Ebbe im Gegentheile dauert 7 Stunden. Die Fluth hat demnach eine weit größere bewegende Kraft, als die Ebbe, und man sollte erwarten, daß die Aestuarien deshalb allmählich versanden müßten, indem die Fluth weit mehr Materialien in dieselben hinaufschaffen müßte, als die Ebbe wieder zurückführt. Indeß wird dieser Vortheil der Fluth einigermaßen dadurch compensirt, daß die Ebbe in der Richtung der Bodenneigung wirkt, mithin die Materialien leichter auf der geneigten Fläche wegführt und anderseits durch den Umstand, daß das süße Wasser, vom festen Lande herkommend, eine Menge von Ablagerungen verschiedener Art mit sich führt, während die durch das Meer gelieferte Wassermasse der Fluth verhältnißmäßig weit reiner ist. In den meisten Aestuarien hält sich auf diese Weise die Wirkung der Fluth und der Ebbe das Gleichgewicht, und während auf der einen Seite Ablagerungen und Schlammdepôts gebildet werden, öffnet auf der anderen Seite die Ebbe neue Kanäle durch Wegreißen. Die meisten Materialien indeß, welche ein Delta bilden würden, wenn ein Uferwall ihre Ablagerung vor der Wirkung der Meeresströmungen schützte, werden weit in die See hineingeführt und lagern sich auf dem Grunde derselben ab.

Das überzeugendste Beispiel dieser Art liefert der Maranhon oder §. 917. Amazonenstrom, dieser größte aller Flüsse, der wie der Mississippi aus Urwäldern, unbebautem und großentheils angeschwemmtem Lande eine ungeheure Menge von Schlamm, feinem Sande und Treibholz in das Meer

führt und dennoch kein Delta gebildet hat, weil seine Mündung keinen Uferwall besitzt, der den Absatz der Ablagerungen gegen die dort herrschende Meeresströmung geschützt hätte. Von der Küste von Guinea, an dem Westrande des afrikanischen Continentes, kommt nämlich ein bedeutender Meeresstrom, der nach Westen hin quer den Ocean durchkreuzt und auf den südamerikanischen Continent auftrifft, da wo die Küstenlinie desselben nach Norden hin umbiegt und in den mexikanischen Golf hinein sich fortsetzt. Derselbe Strom bricht aus dem mexikanischen Golfe wieder hervor, besonders durch die Meeresenge von Florida, und nimmt nun, unter dem Namen des Golfstromes, seine Richtung anfangs nach Norden, dann nach Nordosten, so daß er später an die europäischen und nordischen Küsten auftrifft. Dieser bedeutende Meeresstrom reißt die von dem Amazonenstrom in das Meer geführten Sand- und Schlammmassen mit sich fort gen Norden hin und bildet so zwischen dem Amazonenfluß und dem Orenoco eine Reihe von schlammigen Uferbänken, morastigen Sümpfen und untermeerischen Schlammablagerungen, die sich täglich vergrößern und dem festen Lande von Guyana sich anschließen. Die Ablagerungen des Orenoco werden ebenso längs den Küsten weiter geführt und theils an den nächsten Inseln der Antillen, besonders an Trinidad, theils in dem mexikanischen Golfe selbst angeschwemmt.

§. 918. Sucht man aus den bis jetzt vorhandenen Elementen zu berechnen, bis in welche Entfernungen die aus den Aestuarien herstammenden Materialien von den Meeresströmungen verführt werden können, ehe sie zu Boden sinken, so gelangt man zu ganz bedeutenden Resultaten. Aufgeschlämmte Materien fallen sogar in sehr ruhigem Wasser sehr langsam zu Boden und werden in bewegter Flüssigkeit um so länger schwebend erhalten, je heftiger die Bewegung selbst ist. Bedenkt man nun, daß das Meer im Mittel mehre tausend Fuß Tiefe hat, daß seine specifische Schwere, seines Salzgehaltes wegen, weit bedeutender ist, als diejenige des süßen Wassers und die darin aufgeschlämmten Molecüle deshalb auch länger schwebend erhalten werden; daß der Widerstand, welchen das Wasser dem Sinken der aufgeschlämmten Massen entgegensetzt, mit Zunahme der Tiefe wächst; daß endlich Strömungen in der Tiefe wie auf der Oberfläche existiren, so wird man anerkennen müssen, daß die feineren Schlammtheile in ungemessene Fernen über den ganzen Ocean hin verbreitet und auf dem Boden desselben in horizontalen Schichten abgelagert werden müssen.

§. 919. Die directe Beobachtung liefert Beispiele für diese Ausbreitung der feinsten aufgeschlämmten Materialien in Schichten über den Meeresboden. Das Senkblei bringt in der hohen See aus den größeren Tiefen, wo keine Thiere mehr leben, nur einen höchst feinen Schlamm mit hervor, welcher den Grund bedeckt; gröbere Materialien finden sich nur in der Nähe des

festen Landes oder der Inseln und werden demnach nicht sehr weit nach der hohen See verschleppt. Es wäre thöricht, behaupten zu wollen, daß das Meer selbst durch Einwirkung auf seinen Grund die dort aufgehäuften Schlammschichten erzeuge; die Bewegung der Wellen auf der Oberfläche setzt sich nicht in solche Tiefe fort und die Ströme, welche ohne Zweifel das Meer durchfurchen, selbst in größter Tiefe, haben ihren bestimmten gleichförmigen Zug, der höchstens dahin wirken kann, den Schlamm weiter wegzuführen.

Wollte man demnach diesen Thatsachen zufolge und mit Zuziehung §. 920. der später zu erörternden über die Verbreitung der Thiere und Pflanzen einen Durchschnitt des Meeres und seiner Ufer entwerfen, auf welchem man die jetzigen Bildungen eintrüge, so würden sich längs der Ufer mehr oder minder geneigte Ansammlungen von Materialien finden, welche nach der Tiefe des Beckens hin beständig an Größe abnähmen, und endlich in horizontale Schichten eines unfühlbaren Schlammes übergingen. Man würde längs der Ufer in den Conglomeraten, in dem Sande, Kies und Schlamme der Delta's und der ganzen Stranderstreckung eine ungeheure Menge von Thieren aller Art einzeichnen müssen, welche theils im Meere leben, theils, in den Delta's und Aestuarien, von den Flüssen hinweggeführt und mit den Meeresbewohnern gemischt wurden; man würde dieses organische Leben stets mehr und mehr gegen die hohe See hin abnehmen und endlich ganz verschwinden sehen, so daß die dort abgesetzten feinen Schlammmassen keine fossile Körper mehr enthalten. Es wurde schon früher (Seite 356 des ersten Bandes) darauf aufmerksam gemacht, wie sehr diese Verhältnisse sich in den älteren Formationen und namentlich im Jura wiederholen und wie im Allgemeinen die verschiedenen Versteinerungen führenden Gebilde nur in solchen Zonen reich an Fossilien sind, wo ihr sonstiges Verhalten darauf hinweist, daß sie Uferbildungen waren.

Es geht schon aus diesen Betrachtungen hervor, daß die Schichtbil- §. 921. dung auf dem Boden des hohen Meeres weit in der See nur eine äußerst langsame sein kann, indem die der Materialien, welche sich auf dem Boden desselben absetzen, nur äußerst gering ist im Verhältniß zu der ungeheuren Flächenausdehnung, welche die Oceane darbieten. Einen wesentlichen Einfluß auf diese Ablagerungen müssen die Meeresströmungen ausüben; besonders diejenigen beständigen Strömungen, welchen die ganze Wassermasse gehorcht und auf deren geographische Vertheilung einzugehen hier zu weit führen würde. Das Treibholz, das Treibeis mit den von demselben getragenen Felstrümmern, die schwimmenden Hochseethiere werden durch diese constanten Strömungen in gewissen Richtungen zerstreut, die anhaltend sind und auf diese Weise bandartige Streifen erzeugen müssen, in welchen eine größere Mannichfaltigkeit von Ablagerungen vorkommt,

als in denjenigen Regionen der hohen See, welche keine solche Strömungen zeigen. In der jetzigen Zeit, wo die Tiefe des Oceans unseren Blicken birgt, was auf dem Grunde vorgeht, stehen die Beobachtungen noch zu vereinzelt da, als daß man Schlüsse daraus ziehen könnte; vielleicht aber läßt sich, bei genauerer Beachtung der horizontalen geographischen Verbreitung der Fossilien in einer und derselben Schicht, dereinst für diese oder jene Formation eine Karte des Meeresbodens entwerfen, auf welcher solche Strömungen durch die verschiedene Vertheilung der Fossilien hervortreten. Bis jetzt reichen indeß die Thatsachen nicht aus, und wir wenden uns daher sogleich zu den Uferbildungen, welche dem Meere an und für sich ohne Beihülfe des süßen, fließenden Wassers zukommen und deren Entstehung und Entwickelung wir unter unseren Augen verfolgen können.

§. 922. Die Wirkung des Meeres auf seine Ufer unterscheidet sich je nach der Natur der Materialien, aus welchen dieses Ufer zusammengesetzt ist. Die zerstörende Wirkung des Meeres, welche wir später betrachten werden, zeigt sich fast einzig da, wo felsige Ufer den Wogen widerstehen, während im Gegentheil Sand und Gerölle bei sanfter Uferneigung mehr die aufbauenden Wirkungen des Meeres hervortreten lassen. Die Bewegung der Wellen an dem Ufer, selbst wenn dies sehr abgeflacht ist, bietet äußerst verwickelte Verhältnisse dar, deren Resultat aber stets darauf hinausläuft, einen Aufwurf jener beweglichen Materialien zu bilden, auf dessen äußerer Fläche das Auswerfen und die Wegnahme mit einander in Gleichgewicht stehen. Die größeren Gerölle werden von den Wellen am weitesten gegen das Land hingeschleudert, während der feinere Sand bei dem Zurückweichen der Wellen mitgeschlämmt und an dem Fuße des Abwurfes abgelagert wird. Die Gerölle lagern sich demnach an diesen Aufwürfen je nach ihrer Größe in der Weise, daß die gröberen Gerölle mit bedeutender Neigung die Spitze des Aufwurfes einnehmen, während der feinere Sand an dem Fuße des Strandes mit kaum merklichem Falle sich hinzieht, wie dies in dem beigefügten idealen Durchschnitte eines Uferwalles (siehe Taf. III. Fig. 362) angedeutet ist. Das Ganze bildet eine Art Wulst, der oft über meilenweite Strecken sich hinzieht und im Allgemeinen sehr regelmäßige Curven bildet, welche die Ungleichheiten und Vorsprünge des Meeresufers mehr oder minder ausgleichen. Diese Sandwülste, welche wir mit dem allgemeinen Namen der Uferwälle belegen, lehnen sich an die vorspringenden Winkel der Meeresufer, an die nackten Felsen selbst an, während sie vor den eingeschnittenen Buchten schmale Landzungen bilden, wodurch diese letzteren in Lagunen oder Binnenseen verwandelt werden. Oefters stehen diese Lagunen durch Einschnitte mit dem Meere in Verbindung, zuweilen empfangen sie die Mündungen der Flüsse, durch deren Anschwemmungen sie allmählich ausgefüllt werden, in anderen Fällen endlich zeigen sich

diese Lagunen gänzlich abgeschlossen als Teiche oder Seen, welche nur durch durchgesickertes Wasser ernährt werden.

Die Bildung der Uferwälle hat in allen Meeren Statt, indem es §. 923.
dazu nur einerseits beweglicher Materialien, anderseits abwechselnder Höhenunterschiede in dem Wasserstande bedarf, wodurch die Gerölle bis zu einer Höhe angeschwemmt werden, von welcher sie bei gewöhnlichem Wasserstande nicht erreicht werden. In den meisten Meeren werden die Uferwälle durch die Ebbe und Fluth bedingt, sie bilden sich indessen auch in solchen Meeren, welche keine merkbare Ebbe besitzen.

Die verschiedenen Lagunen an dem Ufer der Ostsee (siehe Taf. IV. Fig. 363), welche man mit dem Namen der Haffe belegt, sind durch solche Uferwälle oder Nehrungen von dem Meere getrennt. Die kurische Nehrung, welche eine Länge von 110 Kilometern besitzt, zieht sich in sanftem Bogen von Sarkau bis gegen Memel hin, in der Nähe welcher Stadt sich die einzige Oeffnung des Uferwalles befindet. Weiter nach Westen hin zeigt sich vor dem frischen Haff der Uferwall der frischen Nehrung, der sich bis gegen Danzig fortsetzt. Noch weiter gegen Westen hin bilden ähnliche Uferwälle das große und kleine Haff und die Inseln Usedom und Wollin sind nur Anschwemmungen, welche sich an Stücke dieses Uferwalles angelehnt haben.

In der ganzen Länge der schleswig'schen Küste bis zur Einmündung §. 924.
des Kanals, überall an den englischen und französischen Küsten, ja, man kann sagen, auf der ganzen Erdoberfläche, wo nur sandige Ufer den Meereswellen sich entgegenstellen, zeigen sich diese Uferwälle, welche auf die Configuration der Küsten im Ganzen den wesentlichsten Einfluß ausgeübt haben, indem sie überall regelmäßige geometrische Formen darzustellen suchen, welche sich an die Küstenvorsprünge anlehnen und die Buchten zu Lagunen umbilden. Der beigefügte Durchschnitt der Küste von Texas (Fig. 364) kann gleichsam als ein idealer Durchschnitt aller Küsten gelten,

Fig. 364.

Durchschnitt der Küste von Texas.

a. b. Meeresniveau. *c.* Küste der Lagune. *d.* Lagune. *e.* Uferwall. *f. g.* Meeresboden.

an welchen solche Uferwälle vorkommen. Die Küste sinkt langsam unter das Meer hinab, und um diese Senkung deutlich zu machen, mußte für dieselbe ein Maßstab angenommen werden, der sich zu dem Maßstab der horizontalen Entfernung wie 100 zu 1 verhält. Der Uferwall unterbricht

die gleichförmige Senkung; er erhebt sich, im Durchschnitte, wie eine Warze über das Niveau und hinter ihm findet sich die Höhlung der Lagune, aus welcher erst das feste Land ansteigt. In diesen Lagunen nun zeigen sich meist seltsame Verhältnisse hinsichtlich der organischen Productionen, welche dieselben bewohnen. In denjenigen, welche Brakwasser enthalten, mischen sich Bewohner des süßen Wassers mit denjenigen des Meeres, in anderen, welche nur süßes Wasser enthalten, werden zuweilen durch plötzliche Einbrüche des Meeres sämmtliche Bewohner getödtet und durch Meeresbewohner ersetzt, eine Erscheinung, welche auf die Abwechslung der Süßwasser- und Meeresbildungen in älteren Formationen ein großes Licht wirft.

§. 925. Die Linie der Uferwälle setzt sich sogar unter dem Wasserspiegel an denjenigen Orten fort, wo Flußmündungen einen Einbruch in dem Uferwalle bedingt haben. Es zeigt sich dann an der dem Uferwalle entsprechenden Stelle eine seichtere, quer durch die Mündung gezogene Bank, die Barre genannt, hinter welcher landeinwärts der tiefere Fluß, nach außen hin das Meer sich findet. Die meisten größeren Flußmündungen zeigen solche Barren, auf welchen man höchstens 5 bis 6 Meter Wasser trifft, deren Seichtigkeit selbst manchmal so bedeutend ist, daß die größeren Schiffe vor denselben abladen müssen.

§. 926. In sehr vielen Fällen bleiben die Uferwälle aus demselben leicht beweglichen Material, Sand und Kies, zusammengesetzt, aus dem sie aufgeschüttet wurden; sehr oft aber wird dieser Sand durch Infiltration von Kalk zusammengebacken, cämentirt und allmählich in ein Conglomerat umgewandelt, welches zuweilen bedeutende Festigkeit besitzt. An einigen Küsten schreitet die Bildung dieser kalkigen Uferwälle und ihre Verkittung sehr rasch vorwärts, begünstigt eben sowohl durch bedeutenden Kalkgehalt in dem Seewasser, als auch namentlich durch Reichthum an Schalen aller Arten von Seethieren, welche in den Brandungen zerbrochen, zersplittert, zerrieben werden und so eine Breccie bilden, welche durch feinere Kalkschälchen und chemisch abgesetzten Kalk zusammengekittet sind. Es wurde oben schon die stete Neubildung der Uferwälle an der ägyptischen Küste erwähnt; man kennt Breccien, auf die eben erwähnte Weise gebildet, aus vielen anderen Orten, namentlich von den calabrischen und sicilianischen Küsten, so wie bei Guadeloupe und Martinique, wo die Gegenwart eines menschlichen Skelettes in einer solchen Uferbreccie den besten Beweis für ihre Neubildung lieferte, zumal da sich mit demselben noch andere Kunstgegenstände in derselben Breccie fanden, deren Beschaffenheit durchaus kein hohes Alter der Bildung anzeigte.

§. 927. In directem Gegensatze zu dieser Breccienbildung stehen diejenigen Gegenden, in welchen die Uferwälle aus losem Sande zusammengesetzt blei-

ben und wo sogar der Sand so fein und leicht wird, daß der Wind Macht über ihn erhält und die sogenannten Dünen aus dieser Einwirkung des Windes hervorgehen. Diese **Dünen**, welche eine der merkwürdigsten Erscheinungen der sandigen Meeresufer bieten, bestehen aus langen Reihen von Sandhügeln, welche die Ufer decken und oft bis weit in das Land hinein vor dem Winde her sich bewegen. Zur Entstehung der Dünen sind mehre Bedingungen erforderlich; einerseits eine flache, heftigem Winde ausgesetzte Küste und anderseits Sand von einer gewissen Zusammensetzung. Es bilden sich deshalb nicht an allen sandigen und flachen Küsten Dünen; sondern nur an solchen, Ebbe und Fluth besitzenden Küsten, wo die Größe der Körner, ihre specifische Schwere und ihr Verhalten beim Anfeuchten und Trocknen die eigenthümliche Aufschüttungsform begünstigen, welche eben mit dem Namen der Dünen bezeichnet wird.

Die Dünen bilden längs den Küsten, wo sie vorkommen, lange einförmige Hügelzüge von ungleicher Höhe, welche durch Längenthäler in mehre, hinter einander gelegene parallele Züge getheilt werden, während einzelne Quereinschnitte die Hügel selbst von einander trennen. Gegen das Meer hin zeigen diese öden, nackten Hügel oft ganz senkrechte, meist sehr steil abfallende Wände, während gegen das innere Land hin der Abfall gelinder ist und meist eine gleichförmig geneigte Fläche von fast genau 30° Fall zeigt. An manchen Orten, wo besonders günstige Umstände zur Dünenbildung mitwirken, beträgt ihre Höhe bis 200 Fuß und mehr, während in den meisten Küstengegenden sie nur 30 bis 50 Fuß Höhe erreichen. Im Allgemeinen kann man behaupten, daß die Flugsandkörner, welche die Düne zusammensetzen, da am größten sind, wo die Düne die bedeutendste Höhe erreicht. Ebenso bedeutenden Einfluß übt die Stärke des Windes und man kann, bei sonst gleicher Größe der Flugsandkörner, stets aus der Höhe der Dünen auf die Stärke des Windes schließen, da in der That die Düne um so höher sich aufbaut, je stärker der Wind ist.

Die Richtigkeit dieser Grundsätze geht auf die einfachste Weise aus dem §. 928.
Mechanismus der Dünenbildung hervor. Das Meer selbst hat hierbei nur einen sehr mittelbaren Antheil, indem es den ausgewaschenen, auf etwa gleich große Körner reducirten Sand durch den Wellenschlag der Fluth an der Küste aufhäuft und dann bei der Ebbe diese schnell trocknende Sandfläche der Wirkung des Windes ausgesetzt läßt. Dieser häuft den Sand, indem er ihn vor sich hertreibt, hügelförmig zusammen und treibt beständig neue Massen von Sand an der Windseite in die Höhe. Sobald der Sand die größte Höhe der Düne erreicht hat (Höhe, welche natürlich von der Kraft abhängt, mit welcher der Wind den Sand an der geneigten Ebene aufwärts treibt), so fällt er auf der entgegengesetzten Seite herunter und bildet hier eine Böschung, welche einzig durch die Größe und Regelmäßig-

keit der so aufgeschütteten Körner bedingt wird, da die Böschung selbst durchaus unter dem Winde liegt. Jede Düne besteht auf diese Weise aus zwei dachförmig verbundenen Schichtungsflächen, deren eine, gegen den Wind gerichtete nur sehr schwach, zwischen 5 — 10 Graden geneigt ist, während die vom Winde abgeneigte Seite den meist 30⁰ betragenden Aufschüttungswinkel zeigt. Bei großen Sturmfluthen dringt aber das Meer über den Fuß der schon aufgeschütteten Dünen vor, welcher gemeiniglich die mittlere Höhe der Fluthen bezeichnet, wäscht diesen aus und bedingt so den Einsturz der Düne, wodurch diese eine gegen das Meer hin steil abfallende Seite erhält, deren zuweilen senkrechter Absturz durch die Gras- und Riedwurzeln, welche die Düne nach längerer Existenz durchziehen, erhalten wird.

§. 929. Aus den berührten Bedingungen der Dünenbildung geht schon die Unbeständigkeit der aufgeschütteten Flugsandmassen von selbst hervor; der Wind verändert sie beständig, indem er bald neue Massen von Sand aufschüttet, bald bei der Bedeckung des Strandes während der Fluth die Gipfel der Dünen einreißt und den Sand weiter in das Land hineintreibt. So wird die Düne beständig vor dem Winde hergetrieben, indem der auf der Stoßseite weggeführte Flugsand über den Damm der Düne hinaufgewirbelt und auf der Leeseite abgesetzt wird. Auf diese Weise sind die Dünen in einem beständigen Vorrücken landeinwärts begriffen. Dieses Vorrücken hängt, wie leicht einzusehen, von vielen localen Einflüssen, der Beschaffenheit des Sandes, des Meeresstrandes, der geographischen Lage der Küsten und ihrer Aussetzung ab; es ist aber an vielen Orten so bedeutend, daß es die ernstlichsten Besorgnisse erregt für die hinter den Dünen gelegenen fruchtbaren und bebauten Küstenstriche. So haben die Dünen seit dem Jahre 1666 in der Nähe von Saint-Pol-de-Leon in der Bretagne etwa 6 Wegestunden landeinwärts gewandert und den ganzen Küstenstrich mit einem Sandmeere bedeckt, aus dem man nur noch die Spitzen einiger Kirchthürme und Kamine hervorragen sieht; in der Gegend der Landes (Südfrankreich) sind viele Dörfer durch die Dünen versandet und es wäre leicht, eine große Menge solcher Beispiele des Vorrückens der Dünen in das bewohnte Land aufzuführen. Das Maß dieses Vorrückens ist zu unbestimmt, zu sehr localen Verhältnissen unterworfen, als daß man bestimmte Zahlen dafür angeben könnte; indeß scheint doch jetzt schon aus den vorhandenen Daten hervorzugehen, daß die Dünen als eine Art geologischen Chronometers benutzt werden können, dessen Bildung zu Anfang der jetzigen Schöpfungsperiode begann und noch immer fortdauert. In den älteren geologischen Formationen kennt man in der That nichts den Dünen Vergleichbares.

§. 930. Wenn indeß die Dünen einerseits durch ihr Vorrücken in mancherlei

Weise verderblich sein können, so darf man auf der anderen Seite nicht vergessen, daß die meisten flachen Küstenländer Europa's ihr Dasein fast nur diesen natürlichen, vom Winde aufgeworfenen Wällen verdanken. Alle flachen Küstenstriche Frankreichs, Hollands, Norddeutschlands und Dänemarks bieten eine solche, nur hier und da durch Felsenufer unterbrochene Zone von Dünen dar, welche dem Eindringen der Meeresfluthen einen Damm entgegensetzen und das dahinter liegende, flache, oft sogar unter dem Meeresspiegel gelegene Land vor dem Einbruche der Fluthen schützen. Meist findet sich hinter dieser Dünenzone eine Reihe von Sümpfen, Mooren, Teichen und Seen, gebildet durch Anhäufungen süßen Wassers, welche zuweilen durch Kanäle und natürliche Durchbrüche mit dem Meere in Verbindung stehen. Der Zuydersee, das Harlemer Meer bieten auffallende Beispiele solcher durch Dünen begränzter Wasseransammlungen, deren sich überall an den Küsten eine Menge findet.

In den kleineren dieser Dünenseen, welche oft lange Jahre hindurch in den Längsthälern hinter stationär gebliebenen Dünen sich erhalten, findet sich eine kräftige Vegetation von Sumpf- und Moospflanzen und eine fortschreitende Torfbildung, die aber von Zeit zu Zeit durch den Einbruch der Düne und deren Zerstörung abgeschlossen wird. Die den See ausfüllenden Sandmassen bedecken das Torflager und der Druck dieser Sandschichten bedingt ganz eigenthümliche Phänomene in den Lagern dieses Martorfes, wie ihn die Bewohner Dänemarks nennen. Solcher Martorf ist etwa viermal schwerer, als gewöhnlicher Torf (bis 80 Pfund der Cubikfuß), deutlich geschichtet, schiefrig und in einzelnen Handstücken kaum von Braunkohle zu unterscheiden. Die darin abgelagerten größeren Vegetabilien, besonders die weicheren Hölzer, wie Birken rc. sind durchaus platt gedrückt und es zeigt sich in diesen Martorflagern so eine, durch die Compression mittelst des Sandes bedingte Vereinigung von Erscheinungen, welche in vielen Beziehungen an die Verhältnisse der Steinkohlen erinnert. §. 931.

Das organische Leben auf der Erde bedingt die wesentlichsten Veränderungen hinsichtlich der Zusammensetzung der verschiedenen Ablagerungen, welche theils in dem Meere, theils auf dem festen Lande sich bilden. Die Vertheilung der Pflanzen und Thiere auf der Erdoberfläche ist nicht eine gleichmäßige; — auf dem festen Lande sowohl wie in dem Meere zeigen sich die mannichfaltigsten Zonen verschiedener geographischer Verbreitung der Organismen. Die Vertheilung dieser Zonen, ihr Verhältniß unter sich, je nach den verschiedenen Erdtheilen und den verschiedenen Continenten hängt von mancherlei Ursachen ab, unter welchen vor allen die Unterschiede des Klima's, sowie der Höhe und Tiefe in auf- und abstei- §. 932.

gender Linie vom Meeresniveau den wesentlichsten Einfluß ausüben. Für die Geologie sind die verschiedenen Verbreitungsbezirke der Thiere wie der Pflanzen von dem wesentlichsten Interesse, da dieselben mit allmählich zunehmenden Modificationen bis in die ältesten Perioden sich fortsetzen, und somit den verschiedenen Schöpfungsfolgen einen bestimmten localen Charakter aufdrücken, der sich um so mehr hervorhebt, je näher die geologische Epoche an die unserige heranreicht. Es wird deshalb erforderlich sein, zuerst einen Blick auf die Verbreitung der Thiere und Pflanzen in der jetzigen Schöpfungsperiode zu werfen, um dann später auf diejenigen Arten von Ablagerungen näher einzugehen, welche für die Geologie von specieller Wichtigkeit sind.

§. 933. Die geographische Verbreitung der Thiere, so weit sie bis jetzt erforscht-ist, läßt als erstes Gesetz die Wahrheit erkennen, daß eine jede Thierspecies, welches auch die Macht ihrer Bewegungsorgane sein möge, einen bestimmten Verbreitungsbezirk besitzt, den sie nicht verläßt und außerhalb desselben man sie naturgemäß nicht heimisch findet. Die Industrie des Menschen hat nur bei einigen Arten von Hausthieren dies Naturgesetz einigermaßen abgeändert, das ebensowohl für die an dem Boden befestigten Thiere als für diejenigen Arten gilt, welche weiter Reisen fähig sind. Die Größe dieser Verbreitungsbezirke ist für jedes Thier eine verschiedene und im Allgemeinen zeigt es sich, daß die fleischfressenden Thiere derselben Gegend einen größeren Verbreitungsbezirk besitzen, als die mehr an den Boden gefesselten Pflanzenfresser. Es gilt dies Gesetz in ebenso großer Schärfe für die seßhaften Thiere, als für die leicht beweglichen; ja bei letzteren scheint die große Bewegungsfähigkeit weit mehr darauf berechnet zu sein, sie stets wieder in ihren Bezirk zurückzuführen, als sie wandern zu lassen. Bei einigem Nachdenken wird man dies sehr natürlich finden. Die meisten, man kann wohl sagen, alle seßhaften Thiere haben eine gewisse Periode, während welcher sie als Embryonen, Larven oder Junge, sich fortbewegen können; — sind sie einmal verschlagen und an falschen Orten angeheftet, so müssen sie mit den dort vorkommenden Verhältnissen sich begnügen. Anders ein wanderndes Thier. Dieses verläßt den Ort, wo es nicht alle ihm zukommenden Verhältnisse findet und geht immer wieder dahin zurück, wo diese Verhältnisse sich ihm darbieten, d. h. an seinen ursprünglichen Wohnort.

§. 934. Man hat auf der Oberfläche der Erde verschiedene Faunen oder zoologische Provinzen unterschieden, welche meist nach geographischen Indicien abgeschieden eine bestimmte Anzahl von Thieren aller Arten in sich begreifen, unter welchen sich einige finden, welche ausschließlich dieser Gegend angehören und dadurch der thierischen Gesellschaft, welche sie bewohnt, einen eigenthümlichen Charakter aufdrücken. So ist z. B. die Fauna Neu-

hollands durch das nur dort vorkommende Schnabelthier, diejenige Süd-Amerika's durch die Faulthiere und Zahnlosen, die afrikanische Fauna durch die Giraffe, die nordische im Allgemeinen durch das Wallroß charakterisirt und neben diesen charakteristischen Geschöpfen findet sich eine Menge anderer, welche, weniger eigenthümlich, mit ähnlichen Thieren anderer Faunen vewechselt werden können. Man umgränzt demnach die einzelnen Faunen vorzugsweise nach den typischen Thieren, welche denselben den eigenthümlichen Charakter aufdrücken. Es ist zwar nicht zu leugnen, daß hierbei viele Willkührlichkeit herrscht, indem diesem Naturforscher das eine, jenem das andere Thier als vorzugsweise typisch erscheinen kann, daß ferner die einzelnen Thiere nicht genau denselben Bezirk inne haben, indem z. B. der weiße Fuchs weiter südlich geht, als der weiße Bär und demnach die arktische Fauna, nach dem einen bestimmt, weiter hinabreichen würde, als nach dem anderen; — indeß sind doch diese Unbestimmtheiten mehr theoretisch, als praktisch, indem immer eine gewisse Gränze durch die ganze Gesellschaft gebildet wird, welcher das typische Thier vorsteht und Uebergriffe nur an den Gränzen vorkommen, wo verschiedene Gebiete in einander greifen.

Entwirft man daher auf Karten die Verbreitungsbezirke aller wichtigeren Thiere, so ergiebt sich bald, daß diejenigen einer bestimmten Fauna sich stets innerhalb des allgemeinen Bezirkes decken, an den Gränzen aber eine Art von sägeartigem Ineinandergreifen herrscht, dessen Mittellinie ziemlich leicht zu ziehen ist. Bei der Bestimmung der einzelnen Floren oder der Verbreitungsbezirke der Pflanzen findet ganz dasselbe Verhältniß Statt.

Die Beschaffenheit des Elementes, in welchem die verschiedenen Thiere §. 935.
leben, hat den wesentlichsten Einfluß auf die geographische Verbreitung derselben, wie sich dies leicht denken läßt. Man kann in dieser Beziehung sehr wohl die Land- und die Meerthiere von einander trennen, und auf dem festen Lande selbst noch Unterschiede zwischen den Faunen des süßen Wassers und des festen Landes aufstellen. Dem Meere im Allgemeinen gehört das Reich der Strahlthiere, jener niedrigen Organismen an, welche nebst den Mollusken, die ebenfalls größtentheils Wasserbewohner sind, den wesentlichsten Einfluß auf die Bildung der Erdschichten gehabt haben. Ebenso sind die niedrigsten der Wirbelthiere, die Fische gänzlich und die Amphibien in ihrer Jugend Wasserbewohner. Von den höheren wirbellosen Thieren, den Gliederthieren, gehören die Insecten, unter den Wirbelthieren die Reptilien, Vögel und Säugethiere fast ausschließlich dem festen Lande an. Im Allgemeinen darf man daher behaupten, daß die höheren Formen desselben Reiches auf dem festen Lande, die niedrigeren im Wasser leben, und hieraus ergiebt sich schon eine gewisse Inferiorität der älteren

Schöpfungsepochen, während welcher die Ausdehnung des festen Landes nur eine äußerst beschränkte war und das Meer verhältnißmäßig einen weit größeren Theil der Erdoberfläche einnahm, als jetzt.

§. 936. Unter den verschiedenen Faunen, welche jetzt auf der Erde bestehen, zeichnen sich vor allen die Polarregionen durch ihre eigenthümliche Physiognomie aus. An dem Südpol bieten diese Regionen nur Meeresbewohner, an dem Nordpol dagegen weite Strecken öder Länder, welche von verschiedenen Landthieren bewohnt sind. Die allgemeine Verbreitung der verschiedenen Thierspecies im Kreise um den Pol herum bildet den wesentlichsten Charakter der Polar-Fauna. Auf dem sibirischen, wie auf dem nordamerikanischen Continente, in dem weißen Meere, wie an den Küsten von Spitzbergen und der Behringsstraße finden sich dieselben Arten, und zwar meistens in ungeheuren Mengen. Die Polar-Fauna endet nach Süden hin da, wo die Wälder beginnen. Das Rennthier, das Wallroß, der Narwall und die verschiedenen Wallfischarten, die Pinguine und Eidergänse, die Stockfische und eine Menge eigenthümlicher wirbelloser Thiere sind die wesentlichsten und charakteristischsten Bewohner dieser Gegend. Das thierische Leben, weit entfernt in den Polargegenden zu verkümmern, zeigt sich im Gegentheile daselbst und namentlich in den Polarmeeren in üppiger Entfaltung, die sich indeß hauptsächlich darauf beschränkt, ungeheure Mengen von Individuen derselben Art zu produciren, während im Gegentheil die Mannichfaltigkeit der Arten weit geringer ist, als in den südlicheren Meeren.

§. 937. In der gemäßigten Zone, welche wir etwa zwischen den Isothermen von 0 bis 20 Grad feststecken können, zeigt sich nicht dieselbe allgemeine Verbreitung der Thiere in gleichmäßigem Gürtel um die Erde. Das thierische Leben auf den verschiedenen Continenten, sowie in den verschiedenen Meeren ist verschieden, und es lassen sich auf dem europäischen Continent eine centrale Fauna und eine mittelländische Fauna unterscheiden, welche letztere nicht nur die europäischen, sondern auch die asiatischen und afrikanischen Küsten des Mittelmeeres in sich begreift. Ebenso lassen sich auf dem asiatischen Continente mehre bestimmte Faunen der gemäßigten Zone unterscheiden, wie die sibirische, ferner diejenige der Steppen des kaspischen Meeres und endlich die des nördlichen China's und Japans. In dem nordamerikanischen Continente dürften nicht minder bei fortgesetzter Untersuchung mehrfache thierische Verbreitungsbezirke nachgewiesen werden. In den Meeren der gemäßigten Zone lassen sich ebenfalls einige große Abtheilungen nachweisen, welche alle darin übereinkommen, daß keine Korallenriffe in denselben existiren. Die Bewohner des atlantischen Oceans selbst theilen sich nicht so wie die Thiere des festen Landes in eine europäische und amerikanische Fauna, sondern vielmehr in zwei

südliche und eine nördliche, indem die Meeresbewohner der canadischen und neufoundländischen Küsten mit denjenigen der schottischen Küste übereinstimmen, während im Gegentheil die Bewohner des südlichen Theils der gemäßigten Zone an den gegenüberstehenden Küsten des europäisch-afrikanischen und amerikanischen Continentes durchaus von einander verschieden sind. In den verschiedenen Süßwassergebieten der gemäßigten Zone zeigen sich ebenfalls durchaus verschiedene thierische Verbreitungsbezirke, und man hat namentlich hinsichtlich der Fische nachweisen können, daß jedes größere Flußgebiet einen eigenthümlichen Verbreitungsbezirk bildet und die Fische Autochthonen dieser Flußgebiete sind.

Die heiße Zone zeigt die wesentlichsten und schärfsten Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen thierischen Verbreitungsbezirke. Südamerika bietet die Region der Antillen, und diejenige des Festlandes mit seinen durchaus eigenthümlichen Thiergestalten, unter welchen die zahnlosen Säugethiere eine so wesentliche Stelle einnehmen. Afrika zeigt im Allgemeinen einen ziemlich einförmigen Charakter, das tropische Asien und Polynesien, jedes eine durchaus eigenthümliche Fauna mit vielen höchst charakteristischen Säugethieren. Neuholland endlich und Van-Diemensland bieten das letzte Beispiel einer durchaus abgeschlossenen, höchst eigenthümlichen Thierschöpfung dar, welche mit keiner anderen verwechselt werden kann. In den tropischen Meeren zeigen sich die Faunen des stillen Oceans, des indischen Archipels, des südafrikanischen und südamerikanischen Küstenstriches als durchaus gesonderte Verbreitungsbezirke, und der wesentlichste Charakter dieser tropischen Faunen beruht in der Existenz jener Korallen-Riffe und Korallen-Inseln, welche den südlichen Meeren ein so eigenthümliches Aussehen verleihen. §. 938.

Es würde hier zu weit führen in die eigenthümlichen Charaktere der einzelnen Faunen näher einzugehen und zu zeigen, wie eigenthümlich die Verkettung jener Thiergesellschaften unter sich sowohl, als mit den benachbarten Faunen und denjenigen, welche einem anderen Elemente angehören, sich gestaltet; — wie die Existenz einer besonderen Thierart, welche ausschließlich einer bestimmten Fauna angehört, auf diejenige der anderen Glieder derselben Fauna zurückschließen läßt, und wie die eigenthümlichen Bedingungen, welche in den verschiedenen Zonen auf die Entwickelung des thierischen Lebens einwirken, sich aber aus ihren verschiedenen Resultaten ableiten lassen. Dieselbe Verkettung, welche in unserer Zeit das gesellige Zusammenleben der eine Fauna bildenden Thierarten bedingt, läßt sich auch in den Local-Faunen älterer Schöpfungsepochen nachweisen, und wenn aus den Gesetzen des organischen Lebens heut zu Tage hervorgeht, daß das Wallroß sich nicht in dem Korallenmeere und das Schnabelthier nicht in Gesellschaft des Rennthieres finden kann, so gelten dieselben Ge- §. 939.

setze auch für die Verbreitung und Vergesellschaftung der Thiere in älteren geologischen Formationen.

§. 940. Hinsichtlich der Verbreitung der Thiere je nach der Höhe über oder der Tiefe unter dem gewöhnlichen Meeresniveau haben die neuesten Untersuchungen ebenso bestimmte Gesetze ergeben, welche namentlich hinsichtlich der verticalen Verbreitung der Meeresbewohner von der größten Wichtigkeit für die Geologie und Paläontologie erscheinen. Die Thiere sind nicht zufällig in dem Meere vertheilt, sie bilden hier nach der Tiefe von oben nach unten eine Reihe von verschiedenen Regionen, welche ebenso sehr unter sich verschieden sind, wie die verschiedenen Faunen nach ihrer horizontalen geographischen Verbreitung. So kann man an den Küsten unserer gemäßigten Zone, welche Ebbe und Fluth besitzen, an der Westküste Frankreichs, Großbritanniens und Norwegens mehre bestimmte Regionen unterscheiden, welche je nach der Höhe der Fluth sich vertheilen. In der oberen Region, an der äußersten Fluthgränze finden sich die Balanen, die klippenbewohnenden Actinien, und einige wenige Mollusken, meistens den Bauchfüßlern angehörig. Dieser Region folgt diejenige der größeren Entwickelung von Fucusarten und Tangen mit einer Menge von Gasteropoden, besonders Patellen, mit Ascidien, und auf sandigem Grunde zahlreiche Anneliden und Röhrenmuscheln, deren Behausung während mehrer Stunden von der Ebbe entblößt wird. Endlich an den tiefsten Gränzen der Ebbe zeigen sich nebst Laminarien und anderen specifisch verschiedenen Tangen eine Menge von Mollusken, Kammmuscheln, Seesternen, Holothurien, Seeigeln, Ascidien, Nacktkiemern und so weiter. Unterhalb dieser Zonen und beständig vom Wasser bedeckt, findet sich die Region der Muschelbänke, der Austern und der ihnen verwandten einmuskligen Muscheln, zwischen welchen zahlreiche Strahlthiere, Seeigel, Röhrenanneliden ꝛc. hausen, und endlich in einer Tiefe von 20 bis 40 Klaftern breitet sich die Region der Korallen mit zahlreichen Mollusken und Crustaceen aus, die man sich nur mittelst der Austernschleppe verschaffen kann; noch tiefer endlich, bis zu einer Tiefe von 100 und mehr Klaftern findet man die Brachyopoden, besonders Terebrateln, mit einzelnen eigenthümlichen Korallenarten. In den südlichen Meeren lassen sich ähnliche Verhältnisse nachweisen.

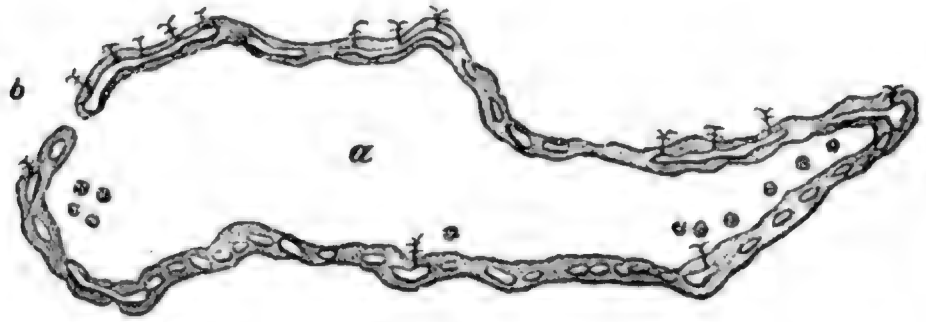
§. 941. Die Zahl der Arten, welche sich in einer der angeführten Höhenzonen findet, ist um so geringer, je tiefer man hinabgeht. In den größten Tiefen des Meeres finden sich nur todte Reste solcher Thiere, welche an der Oberfläche schwimmend ihr Leben zubringen, und deren Schalen nach dem Tode auf dem Grunde sich anhäufen. Diese Thatsache, sowie die vorhergehende, erscheint von der größten Wichtigkeit für die praktische Paläontologie. Das Niveau des Meeres bildet die Linie des größten thierischen Lebens, man mag von ihm aus an den Bergen des Festlandes

hinansteigen, oder sich in die Tiefe des Oceans hinabsenken, stets wird man eine absteigende Scala hinsichtlich der Zahl der Species wie der Individuen erblicken. Die verschiedenen Zonen, welche das thierische Leben am Ufer bildet, sind aber um so niedriger, ihre Breite um so geringer, je reicher sie zugleich an verschiedenen Thierspecies sind. Der größte Unterschied zwischen Ebbe und Fluth beträgt an den europäischen Küsten etwa 40 Fuß, innerhalb dieser Höhe finden sich aber drei unter sich verschiedene Zonen, deren jede einen bestimmten Charakter an sich trägt, und von den anderen verschiedene Thiere beherbergt. Der Grund des Meeres und das Niveau seiner Oberfläche braucht demnach durch Hebung oder Senkung nur um ein Geringes sich zu verändern, um eine durchgreifende Verschiedenheit der Bewohner desselben Küstenstriches zu veranlassen, und es ergiebt sich daraus, daß solche Verschiedenheiten, welche sich zuweilen in übereinanderliegenden Schichten älterer Formationen finden, manchmal auch sehr kleinen Veränderungen des Meeresniveau's ihr Dasein verdanken können.

Die Verschiedenheit des Bodens äußert einigen Einfluß auf die Ver- §. 942.
theilung der Thiere innerhalb der genannten untermeerischen Regionen. Auf nacktem Felsboden siedeln sich hauptsächlich in den nördlichen Meeren Muschelbänke, in den südlichen korallenbildende Polypen an; zu ihnen gesellen sich schalentragende und nackte Gasteropoden, Ascidien und andere Thiere, welche eines festen Bodens zu ihrer Fixirung bedürfen. Auf sandigem Boden leben in größter Anzahl die röhrenbauenden Würmer, die freilebenden Muscheln, die Seesterne und Seeigel; im Schlamme endlich andere Röhrenmuscheln mit mannichfachen Arten von Zoophyten und anderen nackten Weichthieren. An Kalkfelsen siedeln sich zumeist steinbohrende Muscheln, auf Granit fleischfressende Seebewohner an. Der Wechsel des Bodens, die Versandung einer Bucht oder das Wegspülen der vorhandenen Sand- und Kiesablagerungen kann demnach den wesentlichsten Einfluß auf die Bewohner des Meeresgrundes haben, und den Charakter derselben durchaus verändern. Es erklärt sich daraus auch die Verschiedenheit, welche man öfter in den Fossilien derselben Formation, je nach der Natur des Gesteines antrifft, und wir haben oben bemerkt, daß in den jurassischen Schichten schon mit Erfolg verschiedene Zonen unterschieden wurden, je nachdem der Boden des Jura mehr schlammig, sandig oder felsig war. Leider sind die Untersuchungen, welche in dieser Beziehung bis jetzt in den Meeren angestellt wurden, fast nur auf die Meere und Küsten unserer gemäßigten Zone beschränkt gewesen, während die Verhältnisse der tropischen Meere, die ohne Zweifel für die Geologie noch weit bedeutendere Anhaltspunkte liefern würden, bis jetzt so ziemlich unberücksichtigt geblieben sind.

§. 943. Unter den Ablagerungen, welche noch jetzt auf der Erdoberfläche durch organisches Leben bedingt werden, finden sich einige, welche von vorzüglichem Interesse für die Geologie erscheinen müssen, und welche noch jetzt auf die Configuration der Erdoberfläche einen wesentlichen Einfluß ausüben. Hierher gehören vor allen Dingen die durch Korallenpolypen bedingten Ablagerungen, welche in den südlichen Meeren vorzugsweise sich finden. Die jetzige Vertheilung der Korallenriffe erstreckt sich über eine breite Zone, welche nördlich vom Aequator meist sich innerhalb des dreißigsten Grades nördlicher Breite hält, wenngleich in den bermudischen Inseln, durch den warmen Strom des Golfstromes begünstigt, dieselbe bis zum zweiunddreißigsten Grade nördlicher Breite ansteigt. Südlich vom Aequator finden sich nur einige wenige Riffe unterhalb des fünfundzwanzigsten Grades. Die hauptsächlichste Entwickelung dieser Riffe findet sich in der stillen See im Umkreise der Inselgruppen, welche die Seefahrer nach und nach entdeckt haben, in dem ostindischen und westindischen Archipelagus, an der östlichen Küste Afrika's und in dem rothen Meere. Man hat in der neuesten Zeit, je nach der Form, welche diese Riffe einnehmen, verschiedene Arten derselben unterschieden. Die Atolls oder Lagunenriffe bilden, wie beistehende Karte zeigt, mehr oder minder regelmäßige Räume von ovaler oder rundlicher Form, umgeben von einem Riffe, das zuweilen gänzlich abgeschlossen, in anderen Fällen aber einen oder mehre Einschnitte zeigt, durch welche das Meer mit dem inneren Raume oder der von dem Atoll umschlossenen Lagune communicirt. Die Zahl dieser Atolls, welche sich hauptsächlich nur in dem stillen Ocean, sowie in dem indischen Meere an den Insel-

Fig. 365.



Karte des Atoll Bow oder Heyou im stillen Ocean.
a. die Lagune. *b*. Eingang der Lagune.

gruppen der Maldiven und Lacadiven finden, ist sehr beträchtlich, ihr Anblick äußerst eigenthümlich. Die schmale kreisförmige Erdzunge, welche sie bildet, ist meist kaum einige hundert Fuß breit, mit Kokosbäumen

Fig. 366.

Ansicht der Insel Whitsunday im stillen Ocean.

und dichtem Grün bewachsen. Die äußere Umgränzung des Atolls wird von einem äußerst dichten, feinen weißen Sande gebildet, gegen welchen die Brandung tobt. Das Wasser der Lagune im Inneren ist ruhig und still, sein Grund von demselben feinen Sande erfüllt, der auch den äußeren Strand bildet. Die Tiefe der Lagunen im Inneren ist sehr verschieden, sie beträgt meist zwischen 20 und 40 Faden, der Atoll selbst ist meistens auf der Windseite höher und besser geschlossen, als auf der Leeseite, wo sich gewöhnlich die Oeffnung des Atolls um die Einmündung in das Meer windet.

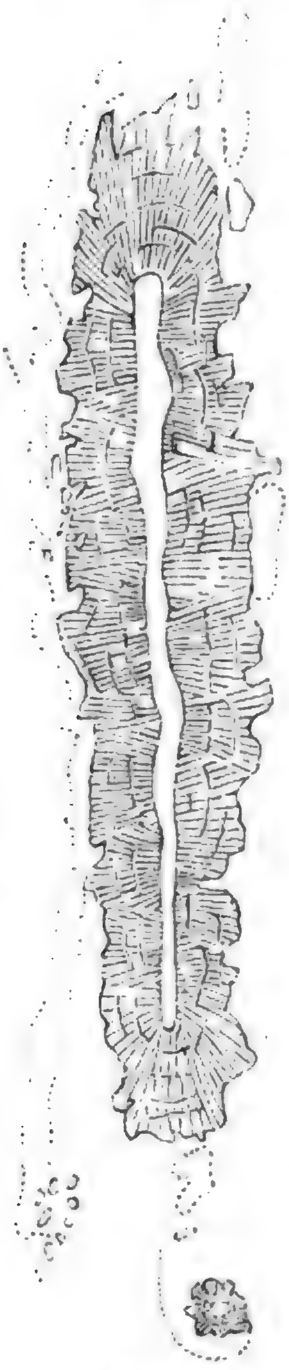
Ganz ähnlich in ihrem Verhalten zeigen sich die Dammriffe (barrier-reefs), welche nur dadurch von den Atolls sich unterscheiden, daß statt einer Lagune in der Mitte des Ringes sich eine Insel findet, aus anstehenden Felsen gebildet, welche festes, bewohnbares Land darbietet. Die Insel ist in diesem Fall stets von dem umgebenden Riffe durch einen Meeresarm getrennt, welcher gleich einem Festungsgraben die ganze Insel umgiebt und dessen Tiefe meist sich in denselben Gränzen hält, wie diejenige der Lagune im Inneren des Atolls. Von dem inneren Felsenkerne aus erscheint dann das umgebende Riff wie ein weiter platter Gürtel (s. Taf. IV. Fig. 368), welcher mit dem Kranze von Kokosbäumen den ruhigen Lagunen- §. 944.

Fig. 367.

Karte der Insel Bolabola im stillen Ocean.
a. Innerer Felsen. *b.* Lagunenkanal. *c.* Eingang. *d.* das Dammriff.

kanal von der wogenden See abscheidet. Diese Dammriffe ziehen sich oft über ungeheuer weite Strecken längs der Küsten der Inseln und Continente hin, die Lagunenkanäle, wodurch sie von dem Festlande getrennt werden, erreichen an der Nordostküste von Australien in manchen Stellen eine Breite von 25 Stunden. Das Riff längs der neucaledonischen Küste hat 400 englische Meilen Länge, das australische, mit geringen Unterbrechungen, erstreckt sich über 15 Breitengrade. Die meisten Inselgruppen des stillen Oceans sind von solchen Dammriffen umgeben, deren Brandung für den Seefahrer oft äußerst gefährlich ist.

Fig. 369.



Karte von Neu-Caledonien mit seinen Korallenriffen, deren Ausdehnung durch punktirte Linien angegeben ist.

§. 945. Eine dritte Klasse von Korallenriffen endlich bilden die **Küstenriffe**, welche wie die Dammriffe längs der Inseln und des Festlandes sich hinziehen, sich aber dadurch wesentlich unterscheiden, daß sie unmittelbar der Küste anliegen, und daß zwischen ihnen und dem Festlande kein Lagunenkanal sich hinzieht. In dem westindischen Ocean, an dem ostindischen Archipelagus, sowie längs der Küsten des afrikanischen und amerikanischen Festlandes finden sich hauptsächlich diese Küstenriffe, deren Zusammensetzung im Uebrigen nicht von derjenigen der Atolls und der Dammriffe abweicht.

§. 946. Sämmtliche hier erwähnte Formen der Korallenriffe sind das Werk kleiner Zoophyten, welche sich ein eigenthümliches Kalkskelett bauen, und durch stetes Fortsprossen und Pfropfen der Jungen auf den Mutterstamm gewaltige Blöcke bilden, die selbst nach dem Tode der Polypenthiere übrig bleiben. Die mannichfaltigen Zellen, sternförmigen Löcher und gewundenen Kanäle, welche man in den Korallen antrifft, dienen den bauenden Thieren, welche darin befestigt sind, als Wohnung, und die Jungen, welche sich meistens durch Sprossenbildung fortpflanzen, erscheinen an bestimmten Stellen, so daß der ganze Polypenstock eine jeder besonderen Art eigenthümliche geometrische Form erhält. Die Madreporen, Mäandrinen, Asträen und Karyophylleen sind es hauptsächlich, welche die verschiedenen Korallenriffe bilden, und während die einen dieser Geschlechter sich besonders nur im Inneren der Atolls und der Lagunenkanäle, auf der von dem Winde abgewandten Seite

anbauen, lieben die anderen vorzugsweise die Windseite, wo die heftigste Brandung tost. Die Korallenriffe selbst bieten im Inneren ihrer Lagunen und stillen Kanäle einer Menge von Thieren einen willkommenen Zufluchtsort. Viele Mollusken nähren sich von den Polypen, welche in den Korallen leben, Seeigel, Seesterne, Schwärme von Crustaceen, Haufen von ein- und zweischaligen Muscheln siedeln sich im Inneren der Lagune an, die durch die Abschließung der Meereswogen einen ruhigen Ansiedlungsort gewährt.

Die Korallenthiere selbst sterben unmittelbar, sobald sie aus dem §. 947.
Wasser kommen, und bauen deshalb nie über eine gewisse Gränze, die meist vier bis sechs Fuß unter dem niedrigen Wasserstande sich hält. Ihr Wachsthum selbst scheint äußerst langsam zu sein, und die Bildung der Riffe sonach ziemlich stationär zu bleiben, wenigstens hat man, seitdem die europäische Schifffahrt in die Gegenden der Korallenriffe sich erstreckt, keine Veränderungen in denselben nachweisen können, und in dem rothen Meere, über welches ältere historische Documente existiren, scheint die Unzugänglichkeit mehrer früherer Häfen vielmehr der Versandung, als dem Wachsthum der Korallen zugeschrieben werden zu müssen.

Man glaubte früher, daß die Korallenpolypen in unermeßlichen Tiefen des Meeres auf dem felsigen Grunde sich festsetzen, und von hier aus ihr Gebäude nach der Oberfläche des Meeres hin fortführen könnten. Neuere Untersuchungen haben indessen gezeigt, daß die lebenden Korallen in keiner großen Tiefe mehr gefunden werden. In dem rothen Meere scheinen alle diejenigen Korallen, welche sich unter 9 Faden Tiefe befinden, todte Bruchstücke zu sein, und diejenigen Geschlechter, welche Riffe bilden, wie namentlich die Asträen, leben kaum in einer größeren Tiefe, als höchstens 30 Fuß. Ein Korallenriff also, welches eine bedeutend größere Höhe besitzt, kann sich deshalb unmöglich ursprünglich in dieser Tiefe angesiedelt haben, in welcher die Polypen nicht leben können, sondern hat sich nothwendig früher auf dem Boden gebildet, als derselbe im Verhältniß zu dem Meeresniveau noch erhabener war. Da die Oberfläche eines Korallenriffes sich stets etwa in der gleichen Höhe zu dem Meeresniveau hält, so bauen die Korallen bei etwaiger Senkung des Bodens oder bei Erhebung des Meeresniveau's nach oben fort, während die in eine größere Tiefe gerathenen unteren Korallen absterben, und den fortbauenden als feste Unterlage dienen. Sobald wir demnach ein Korallenriff antreffen, welches mehr als 9 Faden Höhe besitzt, so müssen wir nothwendig annehmen, daß seit der Zeit der Ansiedlung der ersten Korallen der Boden sich gesenkt hat und die Korallen bei fortdauernder Senkung auf ihren durch diese Ursache getödteten Brüdern fortbaueten.

Die mehr oder minder ringförmige Gestalt der Atolls, sowie der §. 948.

5*

Dammriffe, die große Tiefe, welche manche Lagunen im Inneren zeigten, und die vulcanische Natur vieler Inselgruppen des stillen Oceans hatten manche der älteren Beobachter zu der Meinung verleitet, daß die Korallenpolypen sich auf den Rändern der Krater untermeerischer Vulcane angebaut hätten, und so die Form dieser Krater auf der Oberfläche des Meeres abzeichneten. Neuere Untersuchungen indessen ließen sehr an dieser Herkunft der ringförmigen Gestalt der Riffe zweifeln, und man versuchte deshalb Erklärungen, welche auf die Art des Wachsthumes der Korallen begründet, weit mehr Ansprüche auf Geltung zu haben scheinen.

§. 949. Wirft man einen Blick auf die verschiedenen Arten von Riffen, deren wir im Vorhergehenden erwähnten, so ergiebt sich, daß deren Verschiedenheit nicht sowohl in ihrer Zusammensetzung als vielmehr in ihrem Verhältniß zu dem festen Lande beruht. Ein Atoll wird als Dammriff angesehen werden müssen, sobald eine Insel in seiner Mitte sich erhebt, das Dammriff selbst wandelt sich in ein Küstenriff um, wenn der Lagunenkanal, der es von dem festen Lande trennt, verschwindet. Diese einfache Betrachtung zeigt schon, daß ein gewisser Zusammenhang zwischen diesen verschiedenen Arten von Riffen existirt, und in der That finden sich auch die mannichfaltigsten Uebergänge zwischen den oben aufgestellten Klassen.

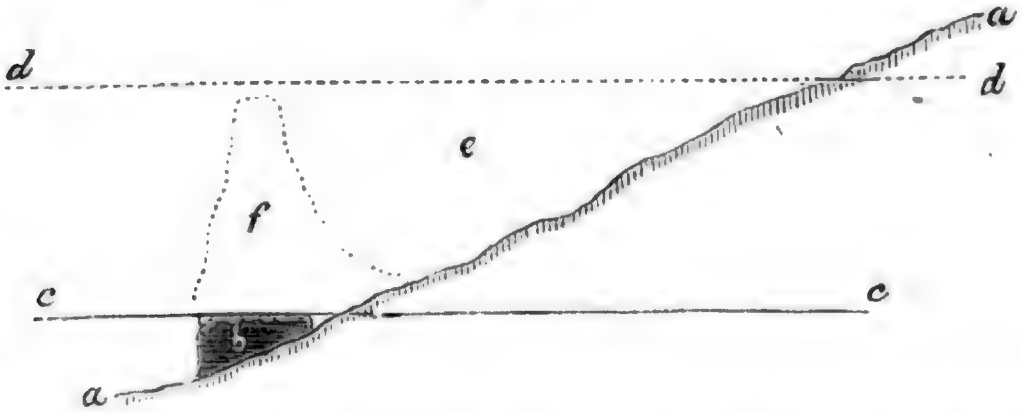
§. 950. Aus den oben angeführten Wachsthumsverhältnissen der Polypen, wonach dieselben nur in einer geringen Tiefe sich anbauen und leben können, ergiebt sich, daß die meisten Atolls und Dammriffe nicht in dem Zustande, in welchem sie sich heute befinden, ursprünglich anbauen konnten.

Die äußere Wand der Atolls wie der Dammriffe bildet meist eine fast senkrechte, nur wenig geneigte Mauer, die oft bis zu mehren hundert Faden Tiefe hinabreicht. Aus dieser Tiefe bringt das Senkblei nur Bruchstücke von todten Korallen, deren Zwischenräume mit zusammengebackenem Kalksande, Conglomeraten, krystallisirtem Kalkspath und mannichfachen Bruchstücken abgestorbener Thiere erfüllt sind. Offenbar konnten die Korallen sich in dieser Tiefe, in welcher sie heut zu Tage nicht mehr leben können, auch in früheren Zeiten nicht anbauen. Der Boden des Korallenriffes, der heut zu Tage mehre hundert Faden unter dem Meeresgrunde liegt, konnte sich früher nur in einer Tiefe von höchstens 20 bis 40 Faden befinden, es muß sonach dieser Boden sich allmählich gesenkt und die Korallen auf den durch diese Senkung abgestorbenen Stücken bis zu der ihrem Leben angemessenen Höhe fortgebaut haben. Je mehr der Boden sich senkte, desto mehr starben die unteren Korallen ab, und desto mehr wurde immer oben angebaut, um das Riff im angemessenen Verhältniß zu dem Meeresniveau zu erhalten.

§. 951. Gesetzt nun, es baute sich ein Korallenriff längs einer Küste in der Art an, daß es ein Küstenriff darstellte, welches überall derselben anläge

und keinen Lagunenkanal besäße. Wenn nun diese Küste, die unter einem gewissen Winkel in das Meer fällt, sich senkte, so würden dadurch die unteren Korallen, welche die Basis des Riffes bilden, getödtet und die oberen veranlaßt, weiter nach der Oberfläche des Meeres hin fortzubauen. Die auf diese Weise gebildete Mauer, die in senkrechter Linie anwächst, wird indessen an ihrem oberen Rande um ein Bedeutendes von der gesenkten Küste abstehen und somit zwischen der Küste einerseits und dem Korallenriffe anderseits ein von dem Meere erfüllter Raum, der Lagunenkanal, sich hinziehen. Es geht somit aus der einfachen Annahme einer fortgesetzten Senkung der Küste die Nothwendigkeit einer Umwandlung des Küstenriffes in ein Dammriff hervor. In der beistehenden Figur 370 sei *a*

Fig. 370.



Umwandlung eines Küstenriffes in ein Dammriff durch allmähliche Senkung.
a Küste. *b*. Küstenriff. *c*. Jetziges Meeresniveau. *d*. Künftiges Meeresniveau. *e*. Lagunenkanal. *f*. Dammriff.

die Küste, an welcher sich das Küstenriff *b* abgelagert hat, das Niveau des Meeres befand sich zur Zeit der Bildung des Küstenriffes auf der Linie *cc*. Wenn nun dies Niveau in Folge der allmählichen Senkung der Küste bis auf die Linie *dd* sich erhoben hätte, so würde in Folge dieser Bewegung des Bodens das Küstenriff, so wie es durch die punktirte Linie dargestellt ist, sich mauerförmig erhoben haben und in Folge dessen zwischen ihm und der Küste der leere Raum *e* entstanden sein, welcher eben den Lagunenkanal darstellt, durch welchen die Küste von dem Dammriffe getrennt ist.

Die Bildung der Atolls erklärt sich sehr einfach auf dieselbe Weise §. 952.
durch eine allmähliche Senkung des Bodens; es geht schon aus der Bildung des Dammriffes hervor, daß dasselbe stets mehr oder minder die Contour der Küste wiederholt, welche zur Zeit der Entstehung desselben als Küstenriff existirte, und daß sie mithin, sobald es in der Umgebung von Inseln sich bildete, eine der Gestalt der Insel entsprechende Form haben mußte. Dies zeigt sich denn auch in der That bei den verschiedenen Dammriffen,

welche die Inseln umgeben. Die nachfolgende Figur 371 bietet einen Durchschnitt der Insel Bolabola, deren Ansicht und Karte wir oben gege-

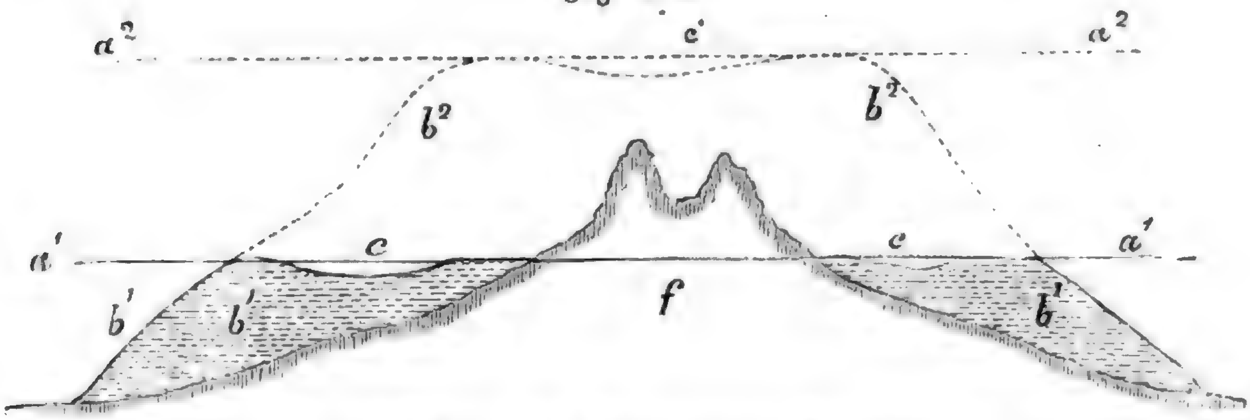
Fig. 371.

Durchschnitt der Koralleninsel Bolabola.

a. Ursprüngliches Meeresniveau. *b*. Ursprüngliches Küstenriff. *a'*. Jetziges Meeresniveau. *b'*. Jetzige Riffbarriere. *c*. Lagunenkanal. *f*. Inselfelsen.

ben haben. Das jetzige Niveau der See ist durch die punktirte Linie *a'* angedeutet, die jetzige Ausdehnung des Korallenriffes und des von ihm umgebenen Lagunenkanals *c* durch die punktirte Linie *b'*. Der Fels *f*, der in der Mitte dieses Ringes sich über dem Meeresspiegel erhebt, ist in seinen Contouren senkrecht schraffirt worden. Offenbar bildete das Korallenriff einst, als das Meer noch das Niveau *a* einnahm, ein gürtelförmiges Küstenriff *b*, und durch die allmähliche Senkung erst wurde der Lagunenkanal und das ringförmige Dammriff gebildet. Setzen wir nun aber in Gedanken diese Senkung des Felsens *f*, welcher den Mittelpunkt des ganzen Ringes bildet, immer weiter fort, so erhalten wir eine Figur, deren Durchschnitt wir hier anzeigen. Das Niveau des Meeres hat sich bis zu

Fig. 372.



Durchschnitt der Koralleninsel Bolabola.

a^1. Jetziges Meeresniveau. b^1. Jetziges Korallenriff. *c*. Lagunenkanal. b^2. Separirtes künftiges Riff. a^2. Künftiges Meeresniveau. c^1. Lagune.

der punktirten Linie a^2 erhoben; der Felsen *f* ist gänzlich unter der Meeresfläche verschwunden, die Korallen in ihrem steten Wachsthum nach oben haben ihn überwuchert und bilden nun den ringförmigen Atoll b^2 mit der Lagune c^1 in der Mitte.

Die Annahme einer allmählichen Senkung des Meeresbodens in dem §. 953.
größten Theile des stillen Oceans, auf welche die Gesetze des Wachsthums der Korallen nothwendig hinführen, wird noch durch die wechselnde Form der Atolls sehr wahrscheinlich gemacht. Die meisten derselben sind freilich rundlich oder eiförmig, wie auch die Form der meisten jetzt bestehenden Inseln diesen Linien sich annähert. Viele derselben sind indessen auch so sehr in die Länge gestreckt und so eigenthümlich gestaltet, daß es unmöglich wäre, ihre Form aus der Existenz von erloschenen Kratern und vulcanischen Mündungen herzuleiten. Der stille Ocean bietet überhaupt in seiner ganzen Gestaltung mit seinen unzähligen Inselgruppen das Bild eines untergetauchten Continents, dessen höchste Spitzen nur aus dem Meere hervorschauen, und es erscheint, nach der Häufigkeit der Atolls, welche sich in diesem Raume finden, zu schließen, daß diese Senkung des Meeresbodens in der stillen See noch immer fortdauert.

Mehre Eigenthümlichkeiten in dem Verhalten der Atolls sprechen noch für diese allmähliche Senkung der Inselgruppen des stillen Meeres. Die meisten Atolls bieten einen oder mehre Einschnitte, durch welche das Wasser der Lagune mit demjenigen des Meeres communicirt. Dieselben Einschnitte beobachtet man in den Küstenriffen und Dammriffen, und zwar stets an solchen Stellen, welche sich den Einmündungen kleiner Bäche oder größerer Ströme gegenüber befinden. Die Polypen bauen sich da nicht an, wo süßes Wasser seinen Schlamm und seine Ablagerungen heranführt, und es entsteht somit überall den Flußmündungen gegenüber eine Lücke in dem Küstenriffe, die sich bei der Umwandlung derselben in Dammriffe oder Atolle um so mehr erhält, als das Meer bei der Ebbe und Fluth durch die ihm gebotene Oeffnung mit großer Gewalt ein- und ausstürzt, und dieselbe auch dann noch offen erhält, wenn die erste Ursache der Bildung dieser Oeffnung längst verschwunden ist.

Man hat in dem stillen Meere, sowie in dem indischen Oceane und §. 954.
den benachbarten Küstenländern nach den bis jetzt vorhandenen Beobachtungen mehre verschiedene Zonen von Erhebung und Senkung des Bodens nachweisen können. So finden sich in der ganzen Länge des südamerikanischen Continents sowie in dem westindischen Archipelagus nur Küstenriffe und an vielen Stellen Muschelbänke, welche weit über dem jetzigen Meeresniveau erhaben sind. In dem großen indischen Ocean zeigen sich überall Dammriffe und Atolls, welche für die graduelle Senkung des Meeresbodens sprechen, und ebenso beweisen die Ufer von Neuholland und von Neucaledonien durch die Existenz von Dammriffen eine allmähliche Senkung des Meeresbodens. Indessen werden diese Küsten durch einen schmalen Strich von allmählich sich erhebenden Inseln, zu denen die neuen Hebriden und die Salomon's Inseln gehören, von dem sich senkenden po-

lynesischen Inselmeere getrennt. Die Sunda-Inseln und der ganze weite ostindische Ocean im Osten von Bengalen bietet eine neue Erhebungszone dar; die Maldiven und Laccadiven beweisen durch die Existenz zahlreicher Atolls schon allmähliche Erniedrigung, während die östlichen Küsten von Afrika und Madagascar wieder eine Erhebungszone zu bilden scheinen. Es könnten somit fast einzig nur nach den Ergebnissen der Untersuchungen der Korallenriffe mehrfache Zonen abwechselnder Hebungen und Senkungen nachgewiesen werden, indem Südamerika, die Hebriden, die Sunda-Inseln und die afrikanischen Küsten einer noch fortdauernden Hebung unterworfen sind, während die stille See, Neuholland und die Maldiven einer steten Senkung des Bodens anheimgefallen scheinen.

§. 955. Wir haben bis jetzt auf die Korallenriffe nur insofern Rücksicht genommen, als sie sich in dem Meere selbst anbauen und fortwachsen; es bleibt nun noch übrig, zu erklären, auf welche Weise dieselben jene festen Landzungen bilden können, die Kokosbäumen und anderen Gewächsen und selbst dem Menschen zur Wohnung dienen können. Es wurde schon oben bemerkt, daß die Korallenpolypen nur bis zu einer gewissen Tiefe unter dem Meeresniveau gedeihen können und daß die größte Höhe, in welcher sie sich anbauen, der tiefsten Ebbe entspricht. Bei Sturmfluthen und niedrigem Wasserstande wird öfters das Riff entblößt, die darauf angesiedelten Meerthiere und Korallen durch die Entblößung getödtet und durch die Bewegung der Wogen und die Brandung aus den Fragmenten der Muscheln, Schnecken und Seeigel, welche das Riff bewohnten, eine Breccie gebildet, die durch feinen Kalksand und Schlamm zu einer festen steinigen Masse zusammengebacken wird. Diese Breccie erhebt sich beständig durch die Anschwemmung des Meeres und die Industrie derjenigen Meerthiere, welche eine momentane Entblößung nicht fürchten. Das Riff erhebt sich so nach und nach über das Wasser und bildet nun eine gleichförmige steinige Masse, ein wahres Conglomerat, das aus Schalenfragmenten, Seeigelstacheln und Korallenstücken besteht, welche durch einen weißen Kalksand zusammengebacken sind. Zuweilen spaltet sich diese Masse durch den Einfluß der Sonne oder durch die Kraft der Wogen; Blöcke von 6 und mehr Fußen Dicke werden bei bedeutenden Fluthen von dem Meere losgerissen und auf das Riff geschleudert und so allmählich ein Damm aufgeworfen, der mit einer jeden neuen Sturmfluth sich mehr und mehr erhebt, und endlich so sehr anwächst, daß nur noch bei ganz außerordentlichen Anstrengungen das Meer ihn überstürzt. Auf diesem Walle von Conglomeraten und Fragmenten sammeln sich nun nach und nach Stücke von Treibholz, Samen durch die Winde oder durch die Vögel herbeigebracht, keimen auf der Oberfläche des mit Sand bedeckten Walles und allmählich

bedeckt sich dieser mit frischem Grün und üppig gedeihenden Kokosbäumen und kann von den Menschen als Wohnung benutzt werden.

Außer den Polypen giebt es noch eine andere Klasse von Zoophyten, §. 956.
welche durch die erstaunlichen Massen, die sie bilden können, den bedeutendsten Einfluß auf die noch jetzt fortdauernden Bildungen mineralischer Schichten ausüben können. Die Kleinheit der Infusorien und Rhizopoden, deren Körper nur durch das Mikroskop erkannt werden können, war die Ursache, daß die Naturforscher erst in neueren Zeiten auf diese Thierchen aufmerksam wurden. Seit einer kurzen Reihe von Jahren, wo man die durch sie bedingten Erscheinungen hat kennen gelernt, hat man sich überzeugen müssen, daß die von ihnen gebildeten Schichten über die ganze Erde verbreitet sind.

Unter den Infusorien sind hauptsächlich diejenigen Geschlechter zur Bildung von mineralischen Schichten besonders thätig, welche mit einem festen Kieselpanzer versehen sind, der noch nach dem Tode des Thieres der Zerstörung widersteht. Es finden sich diese Thiere, welche besonders den Familien der Bacillarien und Navicellen angehören, deren Stellung bei den Thieren indeß sehr zweifelhaft erscheint, in großer Menge, besonders in stehenden Gewässern, auf deren Boden sie eine mehr oder minder dichte Schicht bilden, die an warmen Tagen sich an die Oberfläche erhebt und nach Sonnenuntergang wieder auf den Boden zurücksinkt. Eine jede solche Schicht ist aus Millionen solcher kleiner Infusionsthierchen oder Jufusionspflanzen gebildet, deren Kieselpanzer nach dem Tode auf dem Grunde des Gewässers zurückbleiben. Die Fortpflanzungskraft dieser Organismen ist so ungemein groß, daß schon wenige Stunden nach scheinbar gänzlicher Zerstörung der Bewohner eines solchen Grabens von den Ueberlebenden schon wieder so viel neue Brut gebildet ist, daß der Abgang kaum bemerkbar wird.

Die Anhäufungen selbst, welche durch diese Infusorien gebildet wer- §. 957.
den, sind manchmal von sehr bedeutender Erstreckung und nicht geringer Wichtigkeit; — sie bilden, wenn sie rein und unvermischt vorhanden sind, Schichten eines feinen, weißen, fast unfühlbaren Kieselsandes, die häufig mit untermischten Lagern von Torf und Schlamm abwechseln, in welchen geringere Mengen von Infusorien leben. Man hat in der lüneburger Haide, in gewisser Tiefe, unter der Dammerde weite Lager von solchem Kieselsande entdeckt, die bis zu 10 und mehr Fuß Mächtigkeit haben, und die ganze norddeutsche Ebene überhaupt scheint auf Lagern fossiler und zum Theil noch lebender Infusorien zu ruhen, deren Gränzen bis jetzt noch nicht gehörig abgesteckt sind. Die Wichtigkeit der fossilen Infusorienlager mehrt sich von Tage zu Tage, und wenngleich dieselbe von mancher Seite her bedeutend überschätzt wird, so ist doch auf der anderen Seite nicht zu verkennen, daß namentlich in den neueren Bildungen, in welchen die Süßwasserformationen eine stets wachsende Wichtigkeit besitzen, auch

die von den Infusorien gebildeten Schichten immer mehr und mehr bedeutende Ausdehnung erhalten.

§. 958. Diejenige Rolle, welche die Infusorien in dem süßen Wasser spielen, scheint theilweise am Meeresufer den Rhizopoden überlassen zu sein; diese halten sich vorzüglich gerne an solchen Küsten auf, an welchen sich ein feiner, leichter Sand findet, und die Menge der lebenden und todten Thiere, welche sich in dem Meeressande mancher Orte finden, ist bisweilen so bedeutend, daß man sogar die Behauptung aufgestellt hatte, der Sand bestehe durchaus nur aus Anhäufungen von Schalen solcher Rhizopoden. Eine solche Behauptung kann durch die mikroskopische Untersuchung als Uebertreibung nachgewiesen werden, indem stets zwischen den Schalen der Rhizopoden sich mehr oder minder gehäufte mineralische Sandkörner befinden. Die Tiefe, in welcher Rhizopoden leben können, ist nicht sehr bedeutend;— meist bilden sie nur eine sehr schmale Zone längs der Küste, und es läßt sich schon aus dieser Beobachtung der Schluß ziehen, daß diejenigen Schichten älterer Formationen, welche Rhizopoden enthalten, nur in sehr seichten Meeren sich bilden konnten.

§. 959. Eine wesentliche Berücksichtigung verdienen die verschiedenen Muschelbänke, welche in allen Meeren vorkommen, deren Untersuchung aber leider nicht so weit befördert ist, als sie es ihrer geologischen Wichtigkeit wegen wohl verdienten. Die Muschelbänke werden hauptsächlich von einmuskeligen, ungleichschaligen Muscheln gebildet, welche truppweise sich ansiedeln und so unter dem Wasser große Bänke bilden, deren Ausbreitung meist dem Relief des Meeresbodens folgt. Die Austern, die Kamm- und Herzmuscheln, welche solche Bänke bilden, siedeln sich meist nur auf felsigem Grunde oder auf vorragenden Rippen im Meeresboden an. Mit der einen Schale an den Boden geheftet, thürmen sie sich reihenweise über einander, stören einander wechselseitig in ihrer Ausbildung, und bilden auf diese Weise dichtgedrängte Haufen, zwischen welchen eine Menge anderer Meerthiere sich aufhalten. Die gewöhnlichsten Bewohner solcher Muschelbänke sind vor allen Dingen röhrenbauende Anneliden, welche in den Zwischenräumen und auf den Schalen selbst ihre Gehäuse anlegen, Seeigel und Seesterne und eine Menge fleischfressender Mollusken und Fische, welche sich von den Bewohnern der Bank nähren. Die Ausdehnungen solcher Bänke sind durchaus nicht unbeschränkt, sondern hängen hauptsächlich von bestimmten Umständen ab, welche noch nicht hinlänglich genau erforscht sind. Sämmtliche Mollusken sind in ihrem embryonalen Zustande frei, und fixiren sich erst in dem späteren Alter. Viele derselben sind als Larven durch ihre Organisation und einen kräftigen Schwimmapparat zu bedeutenden Wanderungen befähigt, und die Natur hat durch dies Mittel der Verbreitung vieler, im Alter fixirter Mollusken, bedeutenden Vorschub

geleistet. Andere Larven sind freilich weniger zum Schwimmen befähigt, können aber unbeschadet ihres Fortlebens von den Wellen und Meeresströmungen nach großen Entfernungen hingebracht werden. Indessen sind die einzelnen Muschelbänke trotz dieser Wanderungsfähigkeit der Jungen auf bestimmte Verbreitungspunkte beschränkt, und innerhalb dieser Verbreitungsbezirke selbst hängt die Entwickelung und das Fortbestehen der Muschelbänke sehr von dem Grund und Boden des Meeres ab. Der Boden kann durch die Anhäufung der todten Schalen und der Bruchstücke, welche auf der Muschelbank selbst statthat, so verändert werden, daß die jungen Muscheln sich nicht mehr darauf entwickeln. Die Muschelbank stirbt allmählich aus, und ihre Trümmer bilden auf dem Meeresgrunde den Boden für den Absatz neuer Schichten, welche nur zuweilen einen geeigneten Grund für die Entwickelung einer anderen Species oder sogar derselben früher ausgestorbenen Art abgeben. In anderen Fällen ist es die Entwickelung parasitischer Meerthiere, besonders röhrenbewohnender Anneliden, welche dem Fortbestehen der Bank den wesentlichsten Schaden thut. Die Bank stirbt aus, die Anneliden, welche nur auf ihre Kosten bestehen konnten, gehen ebenfalls nach und nach zu Grunde, und auf ihren Trümmern entwickelt sich vielleicht wieder eine neue Muschelbank oder irgend eine andere Anhäufung gesellschaftlich lebender Meerthiere. Es findet in dieser Art gleichsam eine beständige Wechselwirthschaft auf dem Boden des Meeres Statt, wodurch alternirende Schichten gebildet werden, die durch die Verschiedenheit der in ihnen enthaltenen organischen Trümmer und durch den wechselnden Reichthum und Armuth an organischen Einschlüssen sich auszeichnen.

Außer diesen, nur hier und da isolirt vorkommenden, aber doch in den §. 960.
Meeren aller Zonen verbreiteten Muschelbänken bieten die Schalthiere noch durch die eigenthümliche Art und Weise ihres Lebens für die Geologie manche wichtige Anhaltspunkte. Diejenigen, welche nicht festgeheftet, sondern frei an den Ufern des Meeres leben, graben sich meist in den Sand, den Schlamm oder selbst in die Felsen des Meeresufers ein, und zwar in der Weise, daß die an ihrem Hintertheile befestigten Athemröhren in der kürzesten Linie nach der Oberfläche streben. In horizontalem Sande und Schlamme stecken deswegen die Muscheln so, daß ihre Athemröhren senkrecht nach oben reichen und das offene Ende derselben auf dem Grunde an der Oberfläche der Schlammschicht erscheint. An senkrechten Felsen bohren sich die Pholaden so ein, daß ihr Loch eine wagerechte Linie bildet, und es kann somit als allgemeines Gesetz ausgesprochen werden, daß die meisten der lebenden Mollusken in ihrer natürlichen Stellung einen rechten Winkel mit der Oberfläche bilden, unter welcher sie verborgen sind und daß ihr Hintertheil gegen diese Oberfläche hin gerichtet ist. Die Erkennt-

niß dieses Gesetzes ist, wie schon gezeigt wurde, von großer Wichtigkeit für die Geologie, indem die Mollusken durch den rechten Winkel, den sie mit der Oberfläche des ehemaligen Meeresbodens bilden, ein Maß für die Veränderung der Stellung desselben abgeben.

§. 961. Unter den übrigen Thieren, welche in der jetzigen Zeit noch in Massen auftreten, verdienen hauptsächlich die Fische besondere Berücksichtigung. Jedermann weiß, daß die Häringe, die Stock- und Thunfische, sowie die Weißfische in den süßen Gewässern, oft ungemein zahlreiche Schwärme bilden, die man ihrer dichten Gedrängtheit wegen öfter mit dem Namen von Bänken bezeichnet. Daß die unverweslichen Reste dieser Thiere nach dem Tode derselben oft ziemlich bedeutende Anhäufungen auf dem Grunde des Meeres bilden müssen, versteht sich von selbst. Es treten indessen auch öfters Umstände ein, welche zur Tödtung einer großen Zahl von Fischen Veranlassung geben. Die vulcanischen Ausbrüche, welche entweder im Meere selbst sich ereignen, oder in deren Folge glühende Lavaströme bis in das Meer vordringen, bedingen meistens den Tod von ungeheuren Massen aller Arten Seethiere. So war in Folge des Ausbruches, durch welchen die Insel Lancerota unter den canarischen Inseln verwüstet wurde, das Meer in einer so großen Ausdehnung von faulenden Fischen bedeckt, daß man sich kaum der Insel bis auf mehre Meilen näheren konnte. Der Ausbruch der Insel Julia, nahe der sicilianischen Küste, wurde den Küstenbewohnern ebenfalls durch die große Menge todter Fische kund, welche an das Ufer trieben, und es könnte so noch eine Menge von Beispielen angeführt werden, welche dieselben Erscheinungen zeigen. Bei solchen Katastrophen werden natürlich alle Bewohner des Meeres in der betreffenden Gegend getödtet, und es kann dabei von einer Aufzehrung der todten Reste durch fleischfressende Thiere nicht die Rede sein. Die einzelnen Anhäufungen fossiler Fische, welche sich in verschiedenen geologischen Formationen finden, scheinen ähnlichen Katastrophen ihr Dasein zu verdanken. Im Allgemeinen zeigen sich die fossilen Fische nicht gleichmäßig so wie die Mollusken über große Strecken verbreitet, sie bilden hier und da einzelne Nester gleichsam, wie bei Monte Bolca, Glaris, Sheppey, welche darauf hinzudeuten scheinen, daß an den genannten Orten ähnliche Katastrophen stattfanden, wodurch die Fische plötzlich vernichtet, und in den Ablagerungen begraben wurden.

§. 962. Die Thiere des festen Landes, wenn sie auch wie z. B. die Insecten, zuweilen in großen Massen auftreten, können doch nach dem Tode keine bedeutenden Anhäufungen zurücklassen, da meist die Substanz abgeht, welche diese Reste umhüllt und erhält, wie dies am Meeresufer mit dem Sande und Schlamme der Fall ist. Was namentlich die Insecten betrifft, so ist die Zertheilung und Verkleinerung ihrer Reste durch die eigenthüm-

liche Oekonomie der ganzen Klasse so bedeutend, indem immer andere Arten die faulenden und trockenen Reste verzehren, und kein Theil des Körpers der Zerstörung widersteht, daß an keine Erhaltung derselben auf dem festen Lande zu denken ist. Zudem tragen die atmosphärischen Agentien das Ihrige zu der Pulverisirung und unendlichen formlosen Zertheilung aller auf dem freien Boden abgelagerten Reste bei und es ist demnach nicht zu verwundern, wenn Insectenreste nur in stehenden Wässern erhalten werden, wo sie im Kalktuffe oder im Schlamme eingebacken ihre Form erhalten.

Die höheren Landthiere, Reptilien, Säugethiere und Vögel bilden nie §. 963.
so bedeutende Anhäufungen, daß sie in geologischer Hinsicht als massenbildend auftreten könnten. Die Erhaltung ihrer Reste scheint indeß schon um deswillen von besonderer Wichtigkeit, als die Menge von ausgezeichneten Charakteren, welche das feste Gerüste ihres Körpers bietet, zur genauen Bestimmung der Arten sehr wesentliche Hülfe leiht und dadurch sowohl ein Gesammtbild der Fauna darstellt als auch zur genaueren Vergleichung der Schichten dienen kann. Wir haben im ersten Bande gesehen, welch' große Rolle die Reptilien in älteren Zeiten, die Säugethiere in den Tertiärschichten gespielt haben und es verdient demnach die Art ihrer Aufbewahrung in jetziger Zeit eine genauere Berücksichtigung.

Die Amphibien und Reptilien bewohnen ihrer Natur nach entweder §. 964.
feuchte, sumpfige Orte, wie die meistens Frösche, Eidechsen und Schlangen, oder Seen, Flüsse und Lagunen, wie namentlich die Krokodile. Das Meer selbst enthält hauptsächlich nur Schildkröten und auch diese halten sich meist in der Nähe der Küsten und Flußmündungen auf, in welche sie zur Legezeit hinaufsteigen, um ihre Eier in dem Sande des Ufers zu verscharren. Die Reste der kleineren Amphibien und Reptilien werden sich deshalb besonders in Binnenlachen, in Ablagerungen von Tuffen und Travertinen erhalten können, während die Knochen besonders der Krokodile und größeren Schildkröten in den Delta's und in den Strandbildungen sich ansammeln. Viele Krokodile gehen in den Savannen und den Pampas zu Grunde, indem sie während der Trockenzeit sich allmählich in den Schlamm eingraben und dort einen ähnlichen Sommerschlaf halten, wie viele unserer nordischen Säugethiere und Amphibien einen Winterschlaf. Reisende haben solche eingegrabene Krokodile, deren Schlafstätte mehre Fuße unter der Oberfläche verborgen war, aus scheinbar durchaus festem Boden hervorbrechen sehen; an vielen Orten bleiben diese Thiere zurück und werden später wohlbehalten in ihren Resten gefunden. In den Delta's und Flußanschwemmungen ist schon weniger Wahrscheinlichkeit für die Erhaltung der Skelette im Ganzen und in ihrer Zusammensetzung; die allmähliche Zersetzung der Muskeln und Bänder, die

Angriffe der von faulenden Substanzen lebenden Wasserthiere (besonders Krebse und Fische) zerstückeln allmählich den Leib und trennen die einzelnen Knochen, die dann vom Strome je nach ihrer Schwere in verschiedene Weiten fortgeführt werden. Man findet aus diesem Grunde in älteren Schichten, wo Reste von Krokodilen und ähnlichen Reptilien vorkommen, meist nur den Schädel, die Unterkiefer, einzelne Wirbel und Rippen, in anderen Fällen mehr oder minder große Stücke des Skelettes, einzelne Theile der Rumpf- oder Bauchwirbelsäule, die noch in mehr oder minder großen Parthien zusammenhängen; am seltensten zeigen sich die so beweglichen Stücke der Füße vereinigt. Da indessen die wesentlichsten Charaktere dieser Thiere in dem Kopfe und Schädel liegen, so läßt auch diese Art der Erhaltung noch sehr vollständige Bestimmung und Vergleichung zu. Von den Schildkröten finden sich meist nur die unbeweglich zusammengefügten Stücke des Rücken- und Bauchpanzers, die selbst bei lange fortgesetzter Maceration und Fäulniß sich nicht trennen; zuweilen noch die Schulter- und Beckengürtel, seltener die Füße, am seltensten Hals, Kopf und Schwanz, welche sehr beweglich und frei sind, so daß bei der Fäulniß die sie verbindenden Bänder am ersten reißen und zerstört werden. Wie geeignet die Tuffe und die Kalksinter, welche sich durch Infiltration am Meeresufer bilden, zur Erhaltung von solchen organischen Resten sind, zeigt der Umstand, daß man auf der Insel Ascension sogar Schildkröteneier mit wohlerhaltenem Fötus darin gefunden hat.

§. 965. Die eigentlichen Landthiere und besonders die Säugethiere finden namentlich durch zwei Ursachen Erhaltung ihrer Reste in Ablagerungen, einerseits durch Ueberschwemmungen und andererseits durch Einsinken in Torfmooren oder Sandwüsten. In letzter Hinsicht braucht man nur an die Sandstürme zu erinnern, von welchen ganze Caravanen nicht nur, sondern auch die wilden Thiere der Wüsten überdeckt und vernichtet werden; von den Torfmooren ist es ebenso bekannt, daß sie an vielen Stellen nur eine trügerische Decke über einen Schlammsee bilden, durch welche die Thiere hindurchbrechen, ersäuft werden und in dem torfigen Sumpfwasser eine treffliche Erhaltung finden; von allen großen Ueberschwemmungen endlich wird berichtet, daß dabei oft erstaunliche Mengen von Thieren zu Grunde gingen, deren Leichen auf Sandbänken, Delta's und in den Seen und Buchten angeschwemmt und von dem Schlamme und den Trümmern eingehüllt und erhalten werden. Die nicht unmittelbar unter bedeutendem Gewichte eingehüllten Thierleichen steigen durch die Fäulniß empor und werden eine Zeitlang vom Wasser schwebend erhalten, bis die durch die Fäulniß entwickelten Gase durch Platzen der faulenden Theile einen Ausgang finden. Auf diese Weise können manchmal todte

Thiere in weite Strecken hingeschwemmt werden; meist aber treten die oben angeführten Verhältnisse ein; Raubthiere greifen das schwimmende Cadaver an, zerstückeln es, und nur zerstreute einzelne Theile werden in weiten Entfernungen von den Flußmündungen gefunden werden, während mehr oder minder zusammenhängende Skelette nur in den Delta's und in den Flußanschwemmungen anzutreffen sind. Die Erfahrung bestätigt dies in Hinsicht auf die fossilen Säugethiere durchaus; überall wo Mischung von Landthierresten mit Meerthieren vorkommen, deuten auch alle übrigen Verhältnisse auf frühere Existenz eines Delta in dieser Gegend.

Die Verbreitung der Pflanzen auf der Erdoberfläche hängt zum Theil von denselben Ursachen ab, wie diejenige der Thiere, und die Gränzen der einzelnen Floren können um so genauer gezogen werden, als die Pflanzen an den Boden gefesselt sind und keine solche Wanderungen unternehmen können, wie die beweglichen Thiere. Die Verbreitungsbezirke der Pflanzen hängen hauptsächlich von der Vertheilung der Temperatur ab, und zwar weniger von der mittleren Jahrestemperatur als vielmehr von der Strenge des Winters und der Hitze des Sommers. Eine Insel oder eine Küste, auf welcher die Temperatur des Jahres gleichmäßig bleibt, der Winter weniger kalt und der Sommer weniger heiß ist, wird deshalb eine ganz andere Flora besitzen, als ein Punkt im Inneren des Continents, wo die Winterkälte sehr streng, die Hitze des Sommers dagegen bedeutend ist, und durch diese Compensation der äußersten Temperatur-Gränzen dennoch eine mittlere Jahrestemperatur erzielt wird, welche derjenigen der Insel vollkommen gleich ist. Außer diesen Einflüssen der Temperatur wirken auf die Verbreitungszonen der Pflanzen noch ganz besonders die größere oder geringere Feuchtigkeit, die Beschaffenheit des Bodens und manche andere locale Umstände ein, auf welche näher einzugehen hier zu weit führen würde. Die Erhebung des Bodens über der Meeresfläche, wodurch sich in mancher Beziehung dieselbe Succession verschiedener Klimate wiederholt, welche man in horizontaler Linie von dem Aequator nach den Polen hin antrifft, bewirkt die bedeutendsten Unterschiede in den verschiedenen Höhenzonen, und die Ketten der Anden, des Himalaya und so vieler anderer unter dem Aequator oder in dessen Nähe gelegener Berge, welche bis in die Region des ewigen Eises sich erheben, bieten in dieser Hinsicht die wesentlichsten Vergleichungspunkte mit der horizontalen Verbreitung der einzelnen Zonen. §. 966.

Man kann im Allgemeinen in pflanzengeographischer Hinsicht dieselben Zonen festhalten, welche oben in Vertheilung der verschiedenen Faunen erwähnt wurden. Die heiße Zone innerhalb der Wendekreise bietet die §. 967.

üppigste Vegetation und die größte Zahl von einzelnen Pflanzenarten dar; die holzigen Gewächse finden sich dort in ungemein bedeutendem Verhältnisse, weite Urwälder bildend, in welchen ungeheure Hochstämme über einem von Sträuchen, niedrigen Bäumen und den mannichfachsten Kräutern bedeckten Boden sich erheben. Einer der wesentlichsten Charaktere dieser tropischen Vegetation beruht in der Unveränderlichkeit derselben während des ganzen Jahres, es finden sich keine solche periodischen Abschnitte, wie in der gemäßigten Zone, sondern vielmehr eine beständig fortdauernde Vegetation der Blätter, Blüthen und Früchte. Die Erzeugung der Urwälder hängt hauptsächlich von einer verhältnißmäßigen Feuchtigkeit des Bodens ab, welche das ganze Jahr hindurch anhält; auf sandigem Boden, wo nur zur Regenzeit eine hinlängliche Feuchtigkeit den Gewächsen geboten wird, bilden sich nur krautartige Gewächse und Sträucher aus, welche jene weiten Ebenen bedecken, die man unter dem Namen Pampas oder Llanos kennt. Man kann in der heißen Zone füglich zwei untergeordnete Zonen unterscheiden, wovon die eine die Gegend um den Aequator bis zu dem 15. Breitengrade begreift und sich hauptsächlich durch das Uebergewicht der Palmen unterscheidet, während die andere von dem 15. Breitengrade bis zu den Wendekreisen ein wesentliches Uebergewicht von baumartigen Farrenkräutern zu erkennen giebt.

§. 968. Die gemäßigte Zone läßt sich in mehre verschiedene Abtheilungen zerlegen. Die eine derselben, welche sich bis zum 36. Grade oder der isothermen Linie von 16 Grad erstreckt, zeigt noch immer Palmen in abnehmender Zahl. Die Familie der Myrthen und Lorbeeren bietet in ihr die wesentlichsten numerischen Verhältnisse. Außer dieser Zone lassen sich in der gemäßigten noch drei andere untergeordnete Zonen unterscheiden, welche sich zwischen den Isothermen von je 5 zu 5 Graden hinziehen, und von denen die südlichste hauptsächlich durch die Olive, die mittlere durch die Eichen und die meisten anderen Bäume, welche im Winter ihre Blätter verlieren, die äußerste endlich durch die Tannen charakterisirt wird. Der Polarregion endlich fehlen die baumartigen Gewächse gänzlich und nur jährige Pflanzen, so wie Moose und andere kümmerliche Gewächse kommen auf dem während kurzer Zeit nur von Schnee entblößten Boden vor.

§. 969. Außer diesen allgemeinen, gleichsam gürtelförmig über die Erde verbreiteten Zonen zeigen sich noch ebenso bedeutende Unterschiede zwischen den einzelnen Continenten, wie wir dieselben bei den Thieren bemerkt haben. Die Polarregion verhält sich auch in botanischer Hinsicht in beiden Hemisphären etwa auf die gleiche Weise, dieselben Species zeigen sich in Lappland, Grönland und auf der Insel Melleville, während in der gemäßigten Zone Amerika, Europa und Asien zwar analoge, aber doch unter sich verschiedene Arten hervorbringen. Die heiße Zone zeigt sich ebenso

scharf abgeschnitten auf beiden Hemisphären, als in dem Thierreiche; Neuholland bietet dem Botaniker eben so bizarre und charakteristische Formen dar, als dem Zoologen. Es würde zu weit führen, hier näher auf diese verschiedenen Floren einzugehen, um so mehr, als die Vergleichungen der fossilen Pflanzen aus verschiedenen Landstrichen noch bei weitem nicht so zahlreich sind, wie die Vergleichungen zwischen den fossilen Thieren. Zudem läßt sich hier bemerken, daß die Untersuchung der Pflanzen aus der Tertiärzeit, in welcher verhältnißmäßig von allen geologischen Formationen die größte Localisation der Floren statthatte, bis jetzt nur auf dem europäischen Continent ausgeführt wurde, und daß aus anderen Ländern bis jetzt meistens nur fossile Pflanzen aus der Steinkohlenzeit vergleichungsweise mit den in Europa gefundenen untersucht wurden. Während der älteren geologischen Formationen aber waren die meisten Thier- wie Pflanzenarten über die ganze Erde verbreitet und die einzelnen Verbreitungsbezirke nur durch wenige charakteristische Arten bezeichnet. Die fossilen Säugethiere, nach deren Untersuchung man bisher hauptsächlich die einzelnen Faunen der Tertiärperiode bestimmen konnte, bieten in dieser Hinsicht Anhaltspunkte dar, welche für die fossilen Pflanzen der Tertiärzeit noch nicht gewonnen sind.

In geologischer Hinsicht sind besonders diejenigen Pflanzen von Wich- §. 970.
tigkeit, welche durch Anhäufung einer ansehnlichen Menge von Individuen große Strecken Landes bedecken, und zugleich durch stete Vermehrung ihrer Massen und Ablagerungen ihrer Trümmer schichtenbildend auftreten können. Die Torfmoore, die Wälder, die Bänke von Fucusarten, welche sich an manchen Stellen im Meere finden, verdienen hier eine besondere Aufmerksamkeit. Nicht minder können durch die Meeresströmungen oder durch Ueberschwemmungen gewaltige Floße von Treibholz und anderen vegetabilischen Trümmern über weite Strecken hin geschwemmt werden und an den Küsten und Buchten bedeutende Anhäufungen bilden. Wir betrachten hier zuerst die Torfmoore und deren Einfluß auf die in jetziger Periode stattfindende Schichtenbildung.

Man versteht unter **Torfmooren** gewisse moosige Strecken von be- §. 971.
sonderer Beschaffenheit, auf deren Oberfläche eigenthümliche sociale Pflanzen in großer Menge wachsen, deren untereinander gewirrte Wurzeln und Zweige ein schwammiges, mehr oder minder festes Gewebe bilden, welches nach und nach durch eigenthümliche chemische Transformationen in eine bräunliche, dunkelbraune oder schwärzliche Masse übergeht, die eine bedeutende Quantität von Brennstoff enthält und auch als solche ausgebeutet wird. Die Torfmoore finden sich nur in der gemäßigten Zone, und auch hier hauptsächlich nur in dem nördlichen Theile derselben; die Ebenen sind besonders zu ihrer Erzeugung geeignet. In den Gebirgen zeigen sich Torfmoore hauptsächlich nur in solchen Thälern, deren muldenförmige Aushöh-

lung keinen geeigneten Abfluß für das Wasser bietet, und in den Ebenen entwickeln sie sich namentlich da, wo undurchdringliche Thonschichten dem Durchsickern des Wassers in die Tiefe Hindernisse entgegenstellen. Die weiten Niederungen Norddeutschlands längs der Küsten der Ost- und Nordsee, die wellenförmig abgeflachten Thalmulden Irlands, Schottlands, Norwegens und Schwedens und des Continents auf der Nordseite der Alpen bieten die wesentlichsten Punkte für Entwickelung der Torfmoore. Es läßt sich aus dieser Erkenntniß der geographischen Verbreitung der genannten Bildungen schon schließen, daß permanente Feuchtigkeit eine der wesentlichsten Bedingungen zu ihrer Entstehung sei, und andererseits geht aus dem Mangel der Torfmoore in den wärmeren Climaten schon hervor, daß durchaus besondere Pflanzenspecies, welche der gemäßigten Zone eigenthümlich sind, wesentlich zur Bildung der Torfmoore mitwirken. Unter diesen torfbildendeu Pflanzen steht das Sumpfmoos, Sphagnum, oben an. Von diesem eigenthümlichen, hygroskopischen Moosgeschlechte wird die Feuchtigkeit der Luft mit der größten Begierde angezogen, und ein Torfmoor wirkt in dieser Beziehung wie ein gewaltiger Condensator. Der sogenannte Moostorf, welcher von den Sphagnumarten gebildet wird, unterscheidet sich von der lebenden Pflanze hauptsächlich nur durch eine gewisse Zusammendrückung, wodurch die verfilzten Stengel und Blätter verdichtet sind, sowie durch die hellbräunliche Färbung der sonst durchaus in ihrer Integrität erhaltenen Pflanzentheile. Die mikroskopische Structur der feinsten Würzelchen, Stengel und Blätter ist in den oberen Schichten dieses Moortorfes vollkommen erhalten, und ebenso zeigen sich die verschiedenen organischen Einschlüsse, welche von anderen Vegetabilien, die auf den Torfmooren wachsen, sowie von mancherlei Thieren herrühren, vollkommen gut erhalten.

§. 972. Das Sumpfmoos hat die Eigenthümlichkeit, daß seine Stengel nach oben fortwachsen und neue Wurzeln treiben, während die unteren Theile der Pflanze absterben und zu Grunde gehen. Durch diese Eigenthümlichkeit ist eine beständige Erhöhung der Torfmoore, welche von Sphagnum gebildet sind, erklärlich, indem von Jahr zu Jahr eine bestimmte Höhe des Mooses abstirbt und auf dieser abgestorbenen Schicht die perennirenden Stengel fortwachsen. Diese allmähliche Erhöhung der Torfmoore ist sowohl durch ihre Aufeinanderschichtung als auch namentlich durch directe Beobachtungen bestätigt und um nur ein Beispiel anzuführen, so ist durch geschichtliche Documente nachgewiesen, daß das große Torfmoor von les Ponts im Canton Neuenburg so bedeutend angeschwollen ist, daß Dörfer, welche an den gegenüberstehenden Ufern desselben auf dem Kalkfelsen gebaut sind, jetzt nicht mehr einander sichtbar, sondern durch das Torfmoor verdeckt sind, während in dem Mittelalter das eine Dorf von dem

anderen aus gesehen werden konnte. Es hat demnach ohne allen Zweifel das Torfmoor, welches zwischen den beiden Dörfern sich befindet, in der Mitte sich hügelartig erhoben, und zwar, wie es scheint, durch ungleiches Wachsthum seiner einzelnen Theile, indem in der Mitte des Moores die Vegetation und somit die Torfbildung am kräftigsten ist, während sie nach den Rändern hin abnimmt.

Die Umwandelung der abgestorbenen Moosschichten in eigentlichen §. 973.
Torf scheint in der Weise vor sich zu gehen, daß unter dem stetigen Einfluß der Feuchtigkeit und der allmählichen Zunahme der Compression die vegetabilischen Substanzen sich allmählich in Humus und Ulminsäure umändern. Der Torf verliert so allmählich sein ursprüngliches verfilztes Ansehen, er wird schwerer, bröcklich, die unverholzten Pflanzentheile verschwinden gänzlich, und auf dem letzten Punkte seiner Umbildung besteht der Torf nur noch aus einer schweren, schwärzlichen, krümlichen Masse, die mit Wasser einen mehr oder minder zähen Schlamm bildet, und in welcher nur einzelne vegetabilische Reste und Bruchstücke sich noch finden, deren Holzfasern der Zerstörung widerstanden haben. Da der Boden der Torfmoore im Allgemeinen für das Wasser durchaus undurchdringlich ist, indem er entweder von festem Fels, wie z. B. in den Gebirgen und namentlich in den Alpen, oder aber von einer Thonschicht gebildet wird, wie namentlich in den Ebenen, und da die Mächtigkeit der Torfschichten nur selten 30 Fuß übersteigt, so bilden die meisten Torfmoore auf ihrem Grunde ein zähes Schlammmeer, auf dessen schwankender Decke die verschiedenen Gewächse gedeihen, welche eine solche Station vorziehen. Zu diesen Gewächsen gehören namentlich die Haidekräuter, welche auf den Oberflächen der Torfmoore durch ihre dicht verfilzten Wurzeln einzelne hügelförmige Erhöhungen bilden, die dem Fuße einen sicheren Standpunkt gewähren, während auf der von dem Sumpfmoose selbst gebildeten Fläche Thiere und Menschen leicht einsinken und in dem zähen Schlamme untergehen. In den meisten Torfmooren findet man deßhalb eine Menge von Resten von Thieren aller Art, welche darin versunken sind und deren Skelette namentlich, oft aber auch der ganze Körper durch die fäulnißwidrigen Eigenschaften der Humussäure ganz vortrefflich erhalten wurden. Ebenso findet man in fast allen Torfmooren und zwar auf dem Grunde derselben Stämme von Eichen, Buchen, Tannen, Birken und anderen Waldbäumen, welche zwar noch in benachbarter Gegend vorkommen, allein nicht auf den Torfmooren selbst mehr wachsen. Da diese Baumstämme meist in verticaler Stellung erhalten sind, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß sie meist in dieser Localität selbst wurzelten und wuchsen, und zwar noch ehe die Torfbildung ihren Anfang genommen hatte. Die jetzt unter den Torfschichten begrabenen Wälder existirten mithin zu einer Zeit, wo die zur Torfbildung nöthigen Bedin-

gungen, namentlich die stete Feuchtigkeit des Bodens noch nicht vorhanden war. Später als diese sich einstellten, starben die Bäume des Hochwaldes ab, und die Torfschichten überwucherten dieselben in dem Maße, als die Versumpfung des Bodens zunahm.

§. 974. Man unterscheidet den Torf, je nach seiner verschiedenen Zusammensetzung, sowie nach dem Grade der Veränderung, welche er erlitten hat. Der Rasentorf oder Stechtorf bildet die oberste Decke der Moore und erscheint noch als ein verfilztes Gewebe von torfbildenden Pflanzen. Der darunter liegende Moortorf zeigt eine dunkelbraune Farbe, mehr zersetzte Pflanzenantheile und ist manchmal so weich, daß er in Formen gepreßt und getrocknet werden muß, wo er dann den Namen Baggertorf erhält. In dem Pechtorfe endlich, welcher meist die untere Schicht der Moore bildet, und aus einem dunkelschwarzen, dicken Schlamme besteht, finden sich fast gar keine Pflanzenbestandtheile mehr, welche ihre eigenthümliche Structur erhalten hätten. Je nach den Pflanzen, welche den Torf bilden, unterscheidet man vor allem den Moostorf, welcher durch die eigenthümliche Beschaffenheit des Sumpfmooses die Bedingung seiner beständigen Wiedererzeugung in sich trägt, während die übrigen Torfarten, die durch Umwandlung von untergetauchten Wiesen, Schilfgründen u. s. w. gebildet werden, und meistens in alten Seegründen, trocken gelegten blinden Flußarmen u. s. w. sich finden, keiner Wiedererzeugung fähig sind, und nach der Ausbeutung steril bleiben. Die Streitigkeiten, welche sich öfters über die Wiedererzeugung des Torfes erhoben haben, beruhten hauptsächlich auf der unvollständigen Unterscheidung der verschiedenen Torfarten, indem die Anhänger der Wiedererzeugung sich auf Thatsachen stützten, welche den Moostorfen entnommen waren, während ihre Gegner die Beweise für ihre Ansicht in Wiesen- und Seetorfen fanden. Alle vegetabilische Substanz kann unter günstigen Verhältnissen bei gehöriger Feuchtigkeit und Compression in Torf übergeführt werden; das spätere Fortwuchern und Wiedererzeugen des Torfes ist nur in solchen Ablagerungen möglich, welche aus Moostorf gebildet sind.

§. 975. Die Pflanzendecke, welche im Allgemeinen die Oberfläche der Erde überzieht, nnd überall sich zeigt, wo nicht nackte Felsen oder Sandwüsten ihrer Entwickelung ein Hinderniß entgegensetzen, bedingt in den meisten Fällen nicht nur keine Erhöhung des Bodens, sondern bewirkt im Gegentheil eine unveränderliche Erhaltung desselben, die sehr auffallend erscheint, sobald man sie mit der Zerstörung derjenigen Flächen vergleicht, welche nackt und bloß liegen. Die Erhaltung alter Monumente, wie z. B. der Grabeshügel, der Hünengräber u. s. w. beweist, daß die vegetabilische Decke des Rasens wesentlich unveränderlich sei, und demnach keine große Anhäufung vegetabilischer Reste in der oberflächlichen Dammerden-

schicht stattfinden könne. Die Decke von Gras, welche sich auf solchen Strecken findet, kann demnach insofern wichtig für den Geologen werden, als sie eine große Unveränderlichkeit der Formen des Bodens bedingt und hierdurch ist schon an und für sich die Eigenschaft ausgeschlossen, massenbildend aufzutreten.

Anders verhält es sich mit den Wäldern, in denen eine bedeutende Menge vegetabilischen Stoffes überall oberhalb der Oberfläche in den Stämmen, Aesten und Zweigen angehäuft ist und in denen der Abfall der Blätter schon mit jedem Jahre eine nicht unbedeutende Schicht vegetabilischen Stoffes erzeugt, welche allmählich den Boden erhöht. In den Urwäldern, auf welche wir vorzüglich unsere Aufmerksamkeit richten müssen, da die Cultur in ihnen keine Veränderung ihres Verhaltens erzeugt hat, in den Urwäldern wird der Boden von einer ungeheuren Menge abgestorbener Baumstämme, gebrochener und geknickter Aeste gebildet, die durch wuchernde Schlingpflanzen und Moose in eine feste Schicht verwebt sind, die allmählich sich in eine torfähnliche Substanz verwandelt. Außer diesem normalen Processe aber, welcher trotz der moosigen Vegetation doch nur äußerst geringe Anhäufungen im Laufe von Jahrhunderten bewirkt, können die Wälder noch durch besondere Zufälligkeiten bedeutende Anhäufungen bilden. Es ist nichts Seltenes, durch heftige Winde, Stürme oder Wetterhosen, namentlich in den heißen Zonen, ganze Wälder umgeworfen, die Bäume entwurzelt oder zerknickt zu sehen, und es läßt sich hieraus sowie aus den begleitenden Erscheinungen solcher Zerstörungen ein Schluß auf die Art der Anhäufungen ziehen, welche auf diese Weise hervorgebracht werden. Auf den Antillen wurden ganze Quadratmeilen Landes, die mit den herrlichsten Wäldern bedeckt waren, durch solche Orkane zerstört, die Bäche und Flüsse, angeschwellt durch die heftigen Platzregen und Wolkenbrüche wurden noch obenein durch die Baumtrümmer aufgestaut und überschwemmten die niedergeschmetterten Wälder, die darin lebenden Thiere aller Art ersäufend und im Schlamme begrabend. Auf meilenweiten Strecken hin wurde das Meer im buchstäblichen Sinne des Wortes von den ausgerissenen Bäumen überdeckt und auf diese Weise ohne Zweifel bedeutende Anhäufungen auf dem festen Lande sowohl wie in dem Meere selbst gebildet. §. 976.

Hebungen und Senkungen des Bodens, wodurch bestehende Wälder an der Meeresküste unter das Niveau des Wassers getaucht und auf diese Weise unter den Anschwemmungen längs des Strandes begraben wurden, sind an vielen Stellen der europäischen Küsten nachgewiesen worden. Es bilden diese untermeerischen Wälder Anhäufungen von meist zusammengedrückten, mehr oder minder in ihrem Ansehn veränderten Stämmen mit Wurzeln, Zweigen und Blättern, welche öfters durch Wasserpflanzen un- §. 977.

ter einander verwirrt und zusammengehalten werden. In den Baumstämmen erkennt man Pflanzen, welche noch jetzt in denselben Gegenden vorkommen, Eichen, Buchen, Tannen u. s. w. Zuweilen stehen die Stämme aufrecht, in anderen Fällen aber sind sie alle nach einer Richtung hin geneigt und in dieser geneigten Lage durch überliegende Schichten von Sand, Kies, Thon oder Mergel zurückgehalten. Sehr häufig bieten die Stämme durch den langen Aufenthalt unter dem Wasser eine der Braunkohle ähnliche Beschaffenheit und sehr bedeutende Dichtigkeit dar, und es bedarf nur der Hinweisung auf die Zusammensetzung der tertiären Braunkohlenlager aus übereinander geworfenen zusammengedrückten Baumstämmen, um zu zeigen, daß bei der Bildung dieser Braunkohlenlager ähnliche Phänomene im Spiele waren.

§. 978. Eine wesentliche Berücksichtigung verdienen noch die Ablagerungen, welche theils in den Flußdelta's, theils auch namentlich in größerer Entfernung an den Meeresküsten durch Flöße von Treibholz erzeugt werden. Viele nordische Gegenden, in welchen kein Baumwuchs mehr fortkommt, würden durch Mangel an Brennmaterial durchaus unbewohnbar sein, wenn nicht ungemeine Quantitäten von Treibholz durch die Meeresströmungen abgelagert würden. Die Küsten von Island, Spitzbergen, Grönland werden auf diese Weise von einer ungemeinen Quantität Treibholz gleichsam überschüttet, welche von den großen Strömen Amerika's aus den Urwäldern weg in das Meer geführt, und von da weiter nach Norden durch den Golfstrom geschwemmt werden.

§. 979. Die Holzfaser an sich ist specifisch schwerer als das Wasser, und würde unfehlbar ihre Schwimmfähigkeit verlieren, wenn sie nicht eine große Menge von Luft in ihrem Inneren enthielte, welche sie über dem Wasser schwebend erhält. Durch einen längeren Aufenthalt im Wasser wird die Luft allmählich aus den Zellen des Holzes gedrängt, und dieses dadurch auf dem Boden des Gewässers festgehalten. Man besitzt Beobachtungen, wo dieselbe Wirkung durch einen nur kurzen Aufenthalt des Holzes in bedeutenden Meerestiefen, mithin unter einem gewaltigen Drucke hervorgebracht wurde. Ein Boot, welches von einem Wallfische, der harpunirt worden war, in eine Tiefe von mehren tausend Fußen nachgezogen wurde, war so vom Wasser durchtränkt und so verdichtet, daß es nicht mehr schwamm, und sogar nicht einmal als Brennmaterial dienen konnte. Ebenso ist es bekannt, daß die Eichenpfähle, welche zur Bildung von Rosten und Brückenpfeilern und anderen Constructionen im Wasser dienen, nach mehren Jahren sich so verdichtet zeigen, daß sie ihre Schwimmfähigkeit verloren haben. Es geht mithin aus allen diesen Beobachtungen auf das Ueberzeugendste hervor, daß Flöße von Treibholz, welche längere Zeit an den Küsten angeschwemmt sind, sich allmählich versenken und in den Buchten,

in welchen sie strandeten, Anhäufungen bilden können, welche mit den Sand- und Schlammablagerungen der Buchten abwechselnde Lagerungen erzeugen, welche im Laufe der Zeit zu förmlichen Kohlenlagerungen sich umgestalten.

Die Meerespflanzen werden nur unter sehr beschränkten Umständen für die Geologie wichtig. Die gallertartige Beschaffenheit der meisten Tange und Fucusarten, der geringe Gehalt an Pflanzengewebe läßt schon erwarten, daß diese Pflanzen keine bedeutenden Ablagerungen bilden können. Indessen finden sich an manchen Orten, wie namentlich längs der Ostküste Südamerika's, in weiter Entfernung vom Lande, ungeheure Massen schwimmender Tange, wahre Fucusbänke, die gewiß unter Umständen zur Schichtenbildung beitragen können, und wir kennen in der That viele Formationen älteren Ursprunges, besonders aus dem Jura und der Kreide, in welcher als einzige versteinerte Reste Fucoidenstengel vorkommen, welche auf Bildung dieser Schichten unter solchen Tangbänken hinweisen. Leider ist es bis jetzt durchaus unmöglich gewesen, die Bestimmung dieser fossilen Fucoiden vorzunehmen, da ihre Formen zu wenig erhalten sind, um die Art- oder Gattungscharaktere daraus zu entnehmen. §. 980.

---

2. Die Degradationen der Erdoberfläche.

Die Degradation, welche die freien, der Atmosphäre ausgesetzten Felsoberflächen durch den Einfluß der Atmosphäre selbst und der wässerigen Meteore erleiden, giebt sich durch mancherlei Erscheinungen kund, indem einerseits die chemische Action des Sauerstoffes der Luft unter Beihülfe der atmosphärischen Feuchtigkeit, andererseits aber und namentlich die auflösende Eigenschaft des Regens und der wässerigen Niederschläge überhaupt, sowie ferner die Einwirkung der Wechsel der Temperatur ihre Effecten combiniren. Die Veränderungen der Farbe, welche man an den meisten Gesteinen, sowohl an den freien Oberflächen als auch zu beiden Seiten der Ritzen und Spalten wahrnimmt, bieten den ersten Grad der beginnenden Degradation dar und rühren meist von der Orydation der in den Gesteinen enthaltenen Bestandtheile ab. So werden die meisten grünen Gesteine, die Serpentine und Porphyre, die grünliche Molasse, die Protogine an den der Luft ausgesetzten Stellen bis auf eine größere oder geringere Tiefe in das Gestein hinein braunroth. Dieselbe Farbe zeigen die weißlichen Sandsteine und Granite, die gelblichen Jurakalksteine und die grauen schieferigen Gesteine, welche eingesprengten Eisengehalt zeigen. §. 981.

An anderen Stellen findet unter dem Einflusse des Einsickerns von Wasser, welches faulende organische Stoffe enthält, eine umgekehrte desoxydirende Einwirkung Statt. In vielen rothen und gelben Sandsteinen lassen sich die grünen Streifen und Adern längs der den Sandstein durchziehenden Spalten leicht auf diese Weise erklären.

§. 982. Geht die verderbliche Einwirkung der Atmosphäre tiefer, so verwittern die Oberflächen in der Art, daß die einzelnen Elemente, welche die Gesteine zusammensetzen, sich aus ihrer Verbindung lösen, die im Wasser auflöslichen Bestandtheile weggeführt, und oftmals durch die Oxydation der zurückbleibenden unlöslichen Elemente ganz neue Verbindungen erzeugt werden, deren Zusammensetzung von derjenigen des ursprünglichen Gesteines sehr verschieden ist. Der Einfluß der Atmosphäre auf die einzelnen Felsarten ist sehr verschieden, sowohl nach der chemischen Zusammensetzung derselben, als auch nach dem Zustande von Aggregation, in welchem sich die verschiedenen Elemente des Gesteines befinden. So giebt es Granite, welche äußerst leicht verwittern und in kurzer Zeit in einen Sand zerfallen, der aus den einzelnen losen Elementen des Gesteines gebildet ist, während andere Granite, die scheinbar dieselbe Zusammensetzung haben, unverändert der Einwirkung der Atmosphäre widerstehen. Die verschiedene Art der Aggregation ist hier ohne Zweifel die Ursache des abweichenden Verhaltens. Das Resultat dieser Verwitterung stellt sich stets als ein mehr oder minder mächtiger Ueberzug von Grus, Sand oder Erde dar, welcher sich auf der Oberfläche des Gesteines anhäuft und um so mächtiger ist, je leichter dies verwittert. Die mineralischen Bestandtheile der Dammerde sind überall nur die Producte dieser verwitternden Einwirkung der Atmosphäre, und im Allgemeinen sind die schiefrigen und thonhaltigen Gesteine derselben weit mehr ausgesetzt, als compacte Kalksteine oder massive krystallinische Massen. Viele Thonschiefer, Porphyre, Granite und Basalte sind klaftertief unter mächtigen Erd- und Grusschichten vergraben, welche aus dieser Verwitterung der ursprünglichen Gesteine hervorgegangen sind.

§. 983. Die Gestalten der massiven Gesteine werden begreiflicher Weise in mehr oder minder bedeutendem Maße durch die Verwitterung verändert. Scharfe Ecken und Kanten, welche der Einwirkung der Atmosphäre mehr Oberfläche bieten, werden allmählich abgerundet, die Spalten, welche die Felsen in allen Richtungen hin durchziehen, durch die langsame Pulverisirung ihrer Wände erweitert und vergrößert, die Oberflächen selbst, je nach der verschiedenen Zusammensetzung der sie bildenden Elemente auch verschieden angegriffen. So ragen oft aus den verwitternden Kalksteinen die mit Kalkspath ausgefüllten Gänge sowie die fossilen Körper der ringsherum angegriffenen Masse hervor. Auf Graniten bilden die Quarzgänge und Körner, auf Serpentinen die Diallagkrystalle öfters bedeutende Vorsprünge

über die ringsum angenagte und verwitterte Fläche. Die Structur der einzelnen Felsarten wird sogar oft erst deutlich durch eine beginnende Verwitterung, welche die einzelnen Elemente aus ihrer engeren Verkettung löst. So zeigt sich auf dem kieselhaltigen Grobkalke, welcher den Baustein von Paris sowie mancher anderer Gegenden bildet, oft eine wurmförmige Anfressung, welche beweist, daß die einzelnen Kieseltheilchen und Sandkörnchen, die in dem Grobkalke zerstreut sind, eine besondere Anordnung besitzen. So zeigen viele Travertine, Basalte und Porphyre erst bei der beginnenden Verwitterung ihre kugelige Structur und die concentrische Anordnung ihrer Molecule.

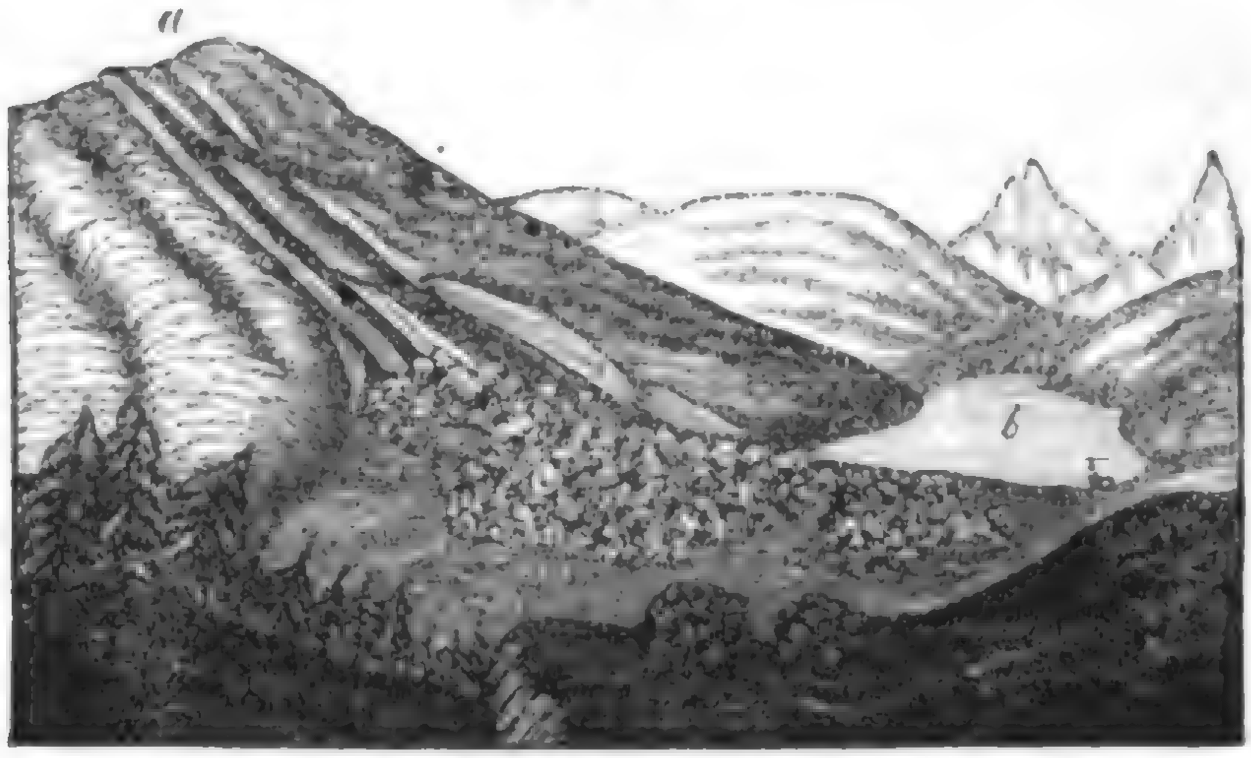
Die Abnutzung der scharfen Ecken und Kanten, und die allgemeine Abrundung, welche in vielen Fällen durch die Verwitterung entsteht, haben zu manchen sonderbaren Erscheinungen Veranlassung gegeben, deren wir hier in Kurzem gedenken müssen. In allen Gegenden, wo granitische Dome in mehr oder minder großen Massen sich erheben, zeigen sich die oberen Schichten derselben auf mannichfaltige Weise zerspalten und zerklüftet. Diese Spalten sind theils durch die Erhebung des Granites, theils aber auch durch die bei seiner Erkältung eingetretene Zusammenziehung seiner Masse bedingt, und das Resultat dieser mannichfachen Zerklüftung und der Verwitterung der so gebildeten Trümmer wird durch die sogenannten Felsenmeere oder Teufelsmühlen gebildet, welche man im Harze, dem Oden- und Schwarzwalde, dem Fichtelgebirge und auf den granitischen Hochebenen Schottlands, Großbritanniens und vieler anderer Orte antrifft. Die ursprünglich eckigen und mannichfaltig über einander gestürzten Trümmer, aus welchen diese Felsenmeere zusammengesetzt sind, wurden durch die Verwitterung größtentheils abgerundet, und so jene bizarren Gestalten und wunderbaren Uebereinanderlagerungen erzeugt, mit welchen die Mährchenlust des Volkes sich so viel beschäftigt hat. — Zu denselben Erscheinungen gehören auch die seltsam gestellten Felsen und wackelnden Steine, die man öfter in granitischen Gegenden antrifft und die einzig durch die Verwitterung erzeugt wurden, während die verwitterten Theile, welche ihnen früher eine andere Gestalt gaben, durch die atmosphärischen Gewässer fortgeführt sind. §. 984.

Zu der Verwitterung der Felsarten tragen auch wesentlich die verschiedenen Abwechselungen von Frost und Hitze bei, welche namentlich in unseren Climaten alljährlich mit einander abwechseln. Das Regen- und Schneewasser dringt in die Spalten und Klüfte der Felsen ein, gefriert in denselben, und da es bei dem Gefrieren sich ausdehnt, so treibt es die Spalten wie ein Keil aus einander. So lange das in den Spalten gebildete Eis durch seine Adhäsion an die Wände dieselben noch zusammenhält, erleidet auch der Fels keine Veränderung, sobald aber im Frühjahre §. 985.

Thauwetter eintritt, so kann es geschehen, daß nun bedeutende Felsmassen aus ihrem Zusammenhange weichen und in sich zusammenstürzen. Man bemerkt deshalb in allen Bergländern, daß in dem Frühjahr gewaltige Felsstürze an den verschiedensten Stellen sich wiederholen, und die Loslösung der größeren Blöcke in den höheren Alpen, die beständig fortdauert und alljährlich eine ungeheure Quantität von Trümmern liefert, ist lediglich diesem verderblichen Einflusse des Frostes zuzuschreiben. Die Katastrophe, welche in den letzten Jahren das Dorf Felsberg in Graubündten mit dem Untergange bedrohte, und deren endliche Erfüllung noch zu erwarten steht, scheint wesentlich durch die Einwirkung des Frostes bedingt. Ueber dem Dorfe erhebt sich nämlich ein senkrecht gespaltener auf Schieferunterlage ruhender Dolomitfels, in dessen weiten Klüften das eindringende Wasser keilartig wirkt und so den Felsen selbst seinem endlichen gänzlichen Sturze entgegenführt.

§. 986. Der Einfluß des Wassers auf die Erzeugung dieser Felsstürze beschränkt sich indeß nicht bloß auf seine durch den Frost bedingte Ausdehnung, sondern wird auch durch die Auswaschung einzelner Partien und den Sturz der darauf ruhenden Massen bedingt. Fast überall zeigen sich in den Gebirgsgegenden solche Stellen, wo härtere, zerklüftete Gesteine auf schieferigen oder thonigen Schichten ruhen, welche durch das einsickernde Wasser aufgelockert und so lange weggeführt werden, bis endlich die überliegenden Massen keine genügsame Stütze mehr finden und nun dem Einfluß ihrer Schwere folgend, zusammenbrechen. Der Bergsturz bei Goldau (Fig. 373),

Fig. 373.



Der Bergsturz von Goldau.

a. Der Roßberg. *b.* Der Lowerzer See. *c.* Die herabgestürzten Trümmer.

welcher am 2ten September 1806 nach anhaltendem Regen statthatte, und vielleicht 800 bis 1000 Menschen das Leben kostete, bietet eins der besten Beispiele für eine solche Degradation, indem er zugleich einen Maßstab der Größe geben kann, in welcher diese Erscheinungen zuweilen auf-

treten. Die beistehende Figur kann eine Idee der hier obwaltenden Verhältnisse geben. Der Roßberg oder Rufiberg *a* bildet dem Rigi gegenüber einen 5200 Fuß über der Meeresfläche erhabenen Kamm, der aus steil abfallenden, über einander liegenden Schichten von Nagelfluhe und Mergelthon zusammengesetzt ist. Die Neigung der Schichten beträgt etwa 45 Grad. Die mannichfach zerklüftete Nagelfluhe läßt das Wasser bis auf die Thonschichten durchsickern, die dadurch erweicht und aufgeschwemmt werden. Am oben bezeichneten Tage glitten die sämmtlichen oberen Schichten auf dem geneigten schlüpfrigen Thonbette in das Thal hinab. Ungeheure Blockmassen begruben in einem Augenblicke das blühende Dorf Goldau, mehre Weiler und Meierhöfe, die auf der gegenüberstehenden Thalseite lagen. Der ganze Thalgrund wurde mit Trümmern erfüllt, das Dorf Lowerz großen Theils von einem Schlammstrome zerstört, und die Gewässer des Lowerzer See's (*b*) von der ungeheuren Trümmermasse, welche den Thalausgang sperrte, plötzlich so sehr geschwellt, daß sie ihre Ufer überschwemmten und die umliegenden Dörfer mit Zerstörung bedrohten.

Man ist erst in der neuesten Zeit auf die geologische Wichtigkeit derjenigen Abnutzungen aufmerksam geworden, welche sich auf der Oberfläche der Felsen in Folge der Einwirkung des flüssigen, in Bewegung befindlichen Wassers zeigen. Zu diesen Abnutzungen gehören hauptsächlich die Karrenfelder, die Riesentöpfe und die Wasserschliffe. §. 987.

Fig. 374.

Karrenfeld auf der Silberen im Kanton Schwyz.

Karren nennt man in den Alpen senkrecht der Falllinie nach gefurchte Kalkflächen, auf welchen sich mehr oder minder gewundene hohle Rinnen zeigen, deren Tiefe außerordentlich wechselt, zuweilen aber selbst bis zu mehren Klaftern Tiefe sich erstreckt. Die Zwischenräume zwischen

diesen Hohlkehlen und gewundenen Rinnen sind zuweilen einen und mehrere Fuß breit, oft aber auch so schmal, daß sie nur scharfe Rücken oder Kämme bilden, welche dem Bergwanderer die größten Schwierigkeiten entgegensetzen. Es finden sich diese Furchen an vielen Stellen der Alpen und zwar in der Regel nur auf Kalkfelsen von eigenthümlicher Structur. Man hat sie indeß in neuester Zeit auch in krystallinischen, primitiven Felsmassen, namentlich auf Granit und Gneiß, entdeckt. Ihre Entstehung beruht augenscheinlich auf der Einwirkung des Regen- und Schneewassers auf die nackten Felswände. Diese bieten auf ihrer Oberfläche geringe, unbedeutende Abwechselungen von Löslichkeit dar. Das abfließende Wasser gräbt sich allmählich eine Rinne, vertieft diese nach und nach, bis endlich jene Tiefen, Gräben und Furchen entstehen, die man wesentlich mit dem Namen der Karren bezeichnet.

§. 988. Eine ähnliche Einwirkung zeigt sich an den Gestaden der Flüsse, besonders aber der Seen und des Meeres, wo diese von festem Gestein gebildet werden, welches nur eine sanfte Böschung hat. In solchen Fällen, wo die Wellen in regelmäßiger Fortschreitungslinie über den Strand sich hinbewegen und bei dem Abflusse das Wasser der Richtung der Falllinie nach sich zurückzieht, bilden sich auf den Felsenufern gewundene, mehr oder minder tiefe Gräben mit abgerundeten Rändern, welche offenbar in der ungleichen Löslichkeit der Felsen ihren Grund haben. Diese Wasserfurchen, welche man namentlich an den Ufern des Neufchatellersee's, auf den Kalksteinen des Jura, sowie an den Meeresküsten Scandinaviens auf krystallinischen Gesteinen beobachtet, sind den Karren durchaus in jeder Beziehung analog, und einzig dadurch vielleicht verschieden, daß die Ränder der Furchen leicht abgerundet und abgeschliffen sind, während sie an den Karren meist mehr oder minder scharfe Kanten bilden. Es hängt dieser Unterschied offenbar nur davon ab, daß die Felsen des Gestades ebensowohl von der Welle, welche über sie hinwegspühlt, überschwemmt werden, als von dem abfließenden Wasser, welches hauptsächlich die Rinnen gräbt, während die aufsteigende Welle die vorstehenden Kanten abrundet. Bei den Karren hingegen, wo nur das abfließende Wasser die Rinnen gräbt, tritt diese Ausgleichung der Kanten nicht auf.

§. 989. Die Riesentöpfe, welche man namentlich in Schweden, dem Harz, Schottland, der Bretagne und an vielen Orten in den Alpen trifft, bilden runde kesselförmige Vertiefungen mit matt geschliffenen Wänden, die sich meist in der Nähe von Wasserfällen, Stromschnellen, oder an solchen Orten finden, welche bei der früheren Existenz ausgedehnter Gletscher zu Wasserfällen Veranlassung geben konnten. Auf dem Boden dieser Riesentöpfe finden sich meist einer oder mehre Rollsteine, und es scheint, daß diese durch Strudel umhergetrieben vorzüglich zur Aushöhlung der kessel-

förmigen Vertiefung beigetragen haben. Man bemerkt an dem Ufer der Aar unmittelbar vor der letzten, in der Nähe der Grimsel befindlichen Brücke eine solche Vertiefung, welche bei tiefem Wasserstande trocken liegt, während beim Anschwellen des Wassers im Frühjahr ein reißender Strudel in derselben die Rollsteine im Kreisel umhertreibt.

Die Schliffflächen, welche das Wasser auf der Oberfläche der Felsen hervorbringt, zeichnen sich durch einige besondere Charaktere leicht vor anderen ähnlichen Flächen aus. Sie haben in Folge der ungleichen Auflöslichkeit, welche die verschiedenen Partikeln der Steine bieten, eine matte Politur und mehr oder minder gewölbte Oberflächen, auf welchen sich hier und da die eigenthümlichen, gewundenen Rinnsale und Gräben zeigen, welche sich den Karren nähern. Härtere Theile, Krystalle, Knoten, Fossilien oder mit anderem Gestein ausgefüllte Gänge bilden auf diesen vom Wasser hervorgebrachten Schliffflächen Hervorragungen, welche im Verhältniß zu ihrer Unauflöslichkeit stehen. Streifen fehlen diesen Schliffflächen durchaus; die geradlinigen Ritzen, welche die Gletscherschliffe auszeichnen, werden unter allen Umständen vermißt, und es ist bei dem Mangel derselben sowie bei der ungleichförmigen Abnutzung der einzelnen Bestandtheile der Gesteine und dem matten Ansehen dieser Flächen durchaus nicht möglich, dieselben mit Gletscherschliffen zu verwechseln. Die Oberflächen der Rollsteine, welche in dem strömenden Wasser gebildet werden, zeigen ganz dieselbe Beschaffenheit, dasselbe matte Aussehen und den gleichen Mangel an Streifen, der auch hier den wesentlichen Charakter zur Unterscheidung der Wassergerölle von den Gletschergeröllen abgiebt. §. 990.

Es hängt ebensowohl von der Beschaffenheit der Thalwandungen und des Gesteines, aus welchem diese zusammengesetzt sind, als von der Bewegungsgeschwindigkeit des Gewässers ab, ob die Einwirkung desselben sich nur auf Hervorbringung von Schliffflächen und runsenförmigen Erosionen oder noch weiter auf Bildung von Thälern und Schluchten erstreckt. Jeder Strom hat in der Länge seines Laufes verschiedene Momente entgegengesetzter Wirkung; an dem einen Orte gräbt er sein Bett aus, sobald die Stoßkraft, welche er ausübt, größer ist, als die Cohäsion des Gesteines, welches sein Bette bildet, an dem anderen Orte setzt er im Gegentheil Gerölle ab, sobald die Bewegungskraft geringer ist, als der Wiedrstand der Geschiebe. Eine jede Vergrößerung der Wassermasse durch anhaltenden Regen oder sonstigen Zuschuß muß, iedem sie die Bewegungsquantität erhöhet, der Erosion Vorschub leisten, und aus diesem Grunde erklären sich die Zerstörungen, welche sich meist nach Ueberschwemmungen in den Flußbetten finden. Die Art der Zerstörung selbst ist außerordentlich verschieden, je nach der Structur der Thalwände; bestehen diese, wie so häufig, aus lockeren Materialien, beweglichen Geröllen und Kiesablagerungen, so bedingt der Strom, §. 991.

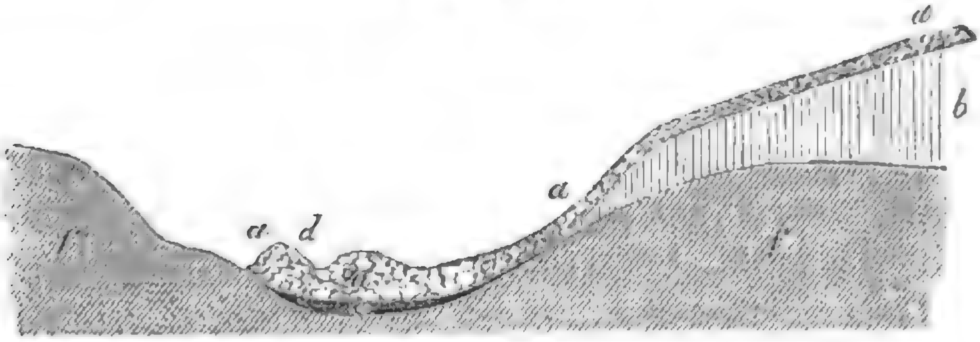
indem er am Grunde des Bettes sich einfrißt, das Nachstürzen der umgebenden Schuttmassen, welche je nach der Festigkeit des Cämentes, das sie zusammenhält, mehr oder minder steile Böschungen nach dem Strome hin bildet. Sind diese Conglomerate und Kiesablagerungen, welche der Strom durchschneidet, fest mit einander verkittet, so werden die Gefälle ungemein steil, ja selbst senkrecht, was indessen nicht verhindert, daß die Erosion in bedeutender Schnelligkeit vorangeht und die Tiefe des Strombettes in beträchtlichem Maße zunimmt.

§. 992. Ein genau constatirtes Beispiel einer solchen Erosion liefert das Flußbett der Kander in der Nähe des Thunersee's. Dieser Bergstrom, welcher die Gewässer des Simmen- und Frutigen-Thales vereinigt und früher unterhalb des See's in die Aar mündete, wurde im Jahre 1714 durch einen Durchstich in den See selbst gelenkt, in welchem sich seit dieser Zeit ein bedeutendes Delta abgelagert hat, das größtentheils aus den Producten der Erosion selbst zusammengesetzt ist. Die Länge des seit 1714 hervorgebrachten Erosionsbettes beträgt mehr als eine Stunde, die Breite an einigen Orten, wo der Strom öfters den Lauf änderte und größere Lockerheit des Gesteines bedeutendere Nachstürze und Erweiterungen des Bettes veranlaßte, beträgt mehr als $\frac{1}{4}$ Meile, die Tiefe des Strombettes unter dem ursprünglich angelegten Durchstiche an dem Ausflusse des Stromes in den See mehr als 100 Fuß.

§. 993. In festeren Gesteinen von compactem Gefüge, die aber dennoch der Einwirkung des Wassers nicht widerstehen, schneiden sich die Ströme an solchen Orten, wo sie eine besondere Schnelligkeit bieten, Betten mit verticalen Wänden ein. Je mehr sich diese vertiefen, desto mehr nimmt auch der Fall des Stromes ab, und desto unbedeutender wird die Erosion im Laufe der Zeit. Ein Beispiel einer solchen Erosion liefert der Simeto, ein kleiner Fluß, welcher längs der südlichen und westlichen Gränze des Kegels vom Aetna hinläuft und unterhalb Catania sich in das Meer ergießt. Im Jahre 1603 ergoß ein Lavastrom sich von dem Kegel des Aetna herab und versperrte das Thal, in welchem der Simeto fließt, indem er einen Querdamm bildete. (Auf der Karte der Lavaströme des Aetna ist dieser Strom von 1603 mit Nro. 4 bezeichnet.) In der jetzigen Zeit hat sich der Simeto quer durch diesen Lavawall ein Bett gegraben, dessen Breite zwischen 50 und mehren hundert Fußen wechselt, während seine Tiefe an einigen Orten 50, an anderen nur 40 und weniger Fuße beträgt. Die Lava selbst ist sehr compact, homogen und in ihrem Verhalten dem Basalte ähnlich, sie zeigt indeß nichts desto weniger wesentliche Verschiedenheiten hinsichtlich ihres Verhaltens gegen das Wasser, indem an einigen Stellen die Erosion bedeutender ist und Wasserfälle von etwa 6 Fuß Höhe gebildet hat. Die auf Seite 95 stehende Fig. 375 giebt ein Profil, wel-

ches der Axe des Lavastromes entlang genommen ist, und das Flußbett des Simeto in querer Richtung durchschneidet. Der vom Kegel des Aetna

Fig. 375.



Durchschnitt der Schlucht des Simeto im Lavastrome von 1603.

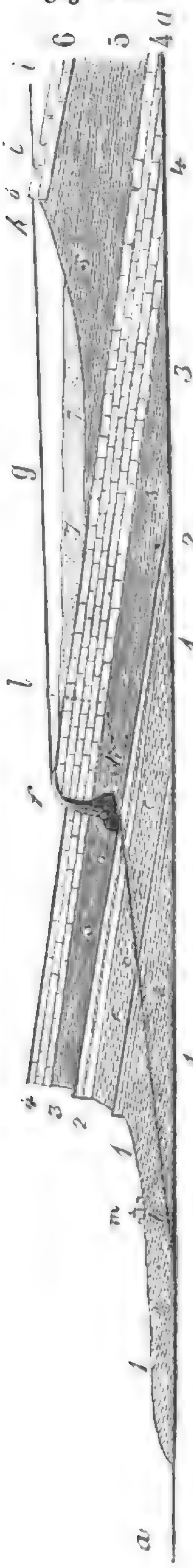
a. Lavastrom. *b.* Aetnakegel. *d.* Simetoschlucht *c.* Ehemaliger Boden des Thales. *f.* Geschichtete Gesteine der Umgebung des Aetna.

herabkommende Lavastrom ist mit *a* bezeichnet, der Kegel des Aetna selbst mit *b*, das Bett des Simeto befindet sich bei *d*, während *c* das alte Flußbett desselben und die Geschiebeablagerungen auf dessen Grunde, und *f* die tertiären und Kreideschichten bezeichnet, welche den Boden der Umgegend des Aetna und vielleicht auch des Kegels selbst bilden. Das jetzige Gefälle des Simeto würde wohl schwerlich zur Ausfressung einer solchen Schlucht von 40 — 50 Fuß Tiefe hingereicht haben, und es ist daher wahrscheinlich anzunehmen, daß die Wasser des Flusses durch den Querwall, welchen die Lava bildete, aufgestaut, und so hinter dem Lavastrome ein See gebildet wurde, der sich über den Lavastrom hin entleerte und hier einen Wasserfall bildete, durch dessen rückfressende Wirkung die Schlucht schnell vergrößert wurde, bis endlich nach vollständiger Durchschneidung des Lavadammes der Wasserfall verschwand und der Simeto einen mehr gleichförmigen Fall erhielt.

Die **Wasserfälle** üben in der That durch die ungeheure Stoßkraft, §. 994.
welche sie besitzen, eine äußerst zerstörende Wirkung auf die Felsufer aus, die hauptsächlich darin besteht, daß der Wasserfall selbst stets mehr und mehr thalaufwärts nach dem Ursprunge des Stromes hinrückt. Es läßt sich diese Wirkung der Wasserfälle leicht erklären, wenn man bedenkt, daß die Wirkung der Erosion hauptsächlich an dem Punkte sehr mächtig ist, wo die Wassermasse auffällt, daß mithin dort eine kesselförmige Vertiefung gebildet wird, die sich mehr und mehr erweitert und namentlich gegen die Felswand hin sich ausbreitet, indem hier dem wirbelnden Wasser durch den herabstürzenden Strom selbst der Abfluß versperrt ist. An der ganzen verticalen Felswand, über welche der Strom hinabstürzt, ist die Erosion um so unbedeutender, als die Geschwindigkeit des Stromes diesen in bedeutenderem Bogen vorwärtsschießen läßt. Die Schwelle selbst aber, über

welche der Strom sich hingießt, wird in Folge der durch den Fall beschleunigten Geschwindigkeit bedeutender angegriffen. Die Felswand, über welche hin sich ein Wasserfall ergießt, wird demnach zugleich oben, am bedeutendsten aber in der Tiefe des Kessels angenagt, und eine Folge dieser Wirkung ist, daß die Felswände allmählich unterwühlt, während sie zugleich von oben eingeschnitten werden, in sich zusammenstürzen, und somit der Wasserfall nach hinten zurückweicht.

Fig. 376.



Durchschnitt der Gegend zwischen dem Ontario- und Eriesee.

a. a. Niveau des Ontario. *b. c. d. f. g. h.* Niveaulinie des Niagaralaufes. *i. i.* Niveau des Eriesee's. 1. Rother mergeliger Sandstein. 2. Grüne Schiefer und grauer Kalk. 3. Niagaraschiefer. 4. Niagarakalk. 5. Salzhaltige Mergel. 6. Kalk am Eriesee. 7. Süßwasserablagerungen. *k. l.* Zukünftige Falllinie. *m.* Stadt Lewiston.

§. 995. Die berühmten Wasserfälle des Niagara zwischen dem Erie- und Ontariosee bieten das bemerkenswertheste Beispiel einer solchen rückschreitenden Bewegung eines Wasserfalles dar. Die Gegend zwischen diesen beiden Seen, deren Niveauunterschied 330 Fuß beträgt, während ihre Entfernung auf 32 engl. Meilen, etwa 12 Wegstunden geschätzt werden kann, besteht aus verschiedenen Gesteinen, welche alle dem silurischen Systeme angehören, und fast horizontal über einander liegen, doch insofern gelinde gegen den oberen Eriesee einschießen, daß die Schichtenköpfe nach unten gegen den Ontariosee hin gerichtet sind, wie sich dies auf dem Durchschnitte (Figur 376) zeigt, auf dem, der Deutlichkeit wegen, diese Schichtenneigung bedeutend vergrößert ist. Aus dieser schwachen Neigung der Schichten läßt sich erklären, daß man in dem ganz flachen Lande zwischen den beiden Seen mehre Schichtenfolgen trifft, welche über einander lagern. Gegen den Ontario hin bilden diese silurischen Schichten ein scharf abgesetztes Riff, und der Niagara selbst zieht sich in einer engen, tief eingeschnittenen Schlucht hin, deren senkrechte Wände an den jetzigen Wasserfällen in Halbkreise geschlossen sind. Die Felswände selbst, über welche die Wasser jetzt stürzen, bestehen oben aus 70 Fuß mächtigen, compacten Kalkschichten, in neuesten Zeiten Niagara-

kalk genannt (Nr. 4., Fig. 376). Unter diesen soliden Kalkschichten zeigen sich dichte Lager eines schieferigen, äußerst leicht verwitternden und zerfallenden Gesteines, welches beständig von dem Strom angefressen und unterminirt wird (Niagaraschiefer, Nr. 3 auf dem Durchschnitte). Die natürliche Folge eines solchen Verhältnisses muß darin bestehen, daß die aufliegenden Kalkschichten, nach und nach ihrer Stütze beraubt, zusammenbrechen, und allmählich der Fall auf diese Weise nach dem Eriesee zurückweichen muß. Das Verhalten der ganzen Schlucht lehrt auch ohne Zweifel, daß einst der Niagara über die Felsen, welche das Becken des Ontariosee's umgeben, hinabstürzte, und allmählich erst nach hintenzu sich einfraß. Neuere Untersuchungen haben sogar durch Nachweisungen von älteren Süßwasserablagerungen (Nr. 7) auf der weiten Strecke zwischen dem Eriesee und den jetzigen Fällen bewiesen, daß der Niagara hier früher ein weit ausgedehnteres Bett besaß. Das Rückschreiten des Falles wird der geologischen Beschaffenheit des Landes nach so lange dauern, bis der Fall einen Punkt erreicht hat, wo sein Boden nicht mehr durch Schiefer, sondern vielmehr durch Kalkstein gebildet wird, und wo demnach das beständige Unterminiren dieses letzteren aufhören muß. Der beiliegende Durchschnitt der Gegend zwischen dem Erie und dem Ontario erläutert diese Verhältnisse. Die horizontale Linie *aa* giebt die Höhe des Ontario, die Linie *bcdfgh* bezeichnet das jetzige Niveau des Niagara, während *ii* das jetzige des Eriesee's angiebt. Die Fälle befinden sich jetzt zwischen *d* und *f*. Unter den verschiedenen geologischen Formationen zeichnet sich ein rother mergelicher Sandstein aus, mit untermischten Quarzitschichten, welcher namentlich an den Ufern des Ontariosee's und als unterstes Lager der denselben umgebenden Abstürze aufgeschlossen ist. Er ist im Durchschnitte mit 1 bezeichnet. Ueber diesem Sandstein finden sich einige dünne Betten grünen Schiefers und festen grauen Kalksteines (Nr. 2 auf dem Durchschnittte), welcher letzterer in jetziger Zeit gerade den Grund und Boden der Fälle bildet. Auf diesem grauen Kalksteine ruhen nun die leicht zerstörbaren Niagaraschiefer (Nr. 3 auf dem Durchschnitte), über welchen dann die compacten Lager des Niagarakalksteines (Nr. 4 auf dem Durchschnitte) sich finden. Diese Kalksteine sind wieder von Mergel und anderen friabeln salzhaltigen Materialien (Nr. 5 des Durchschnitts) überdeckt, als deren letztes den Eriesee unmittelbar begränzendes Glied wieder ein compacter Kalk erscheint (Nr. 6 auf dem Durchschnitte). Die horizontalen Lager von Süßwasserkalk, welche sich hier und da auf der Ebene zwischen dem Eriesee und den Fällen befinden, sind in dem Durchschnitte unter Nr. 7 angedeutet. Endlich wurde durch eine gebrochene Linie *kl* der Durchschnitt des Flusses angedeutet, welcher bestehen wird, wenn die Fälle selbst noch um 2 Meilen zurückgewichen sind. Die Fälle werden sich dann, wie der Durchschnitt lehrt,

ganz in dem Gebiete des Niagarakalkes befinden. Die Erosion wird nur unbedeutend sein, da die jetzige Hauptzerstörungsursache, das Auswaschen der Schiefer, wegfallen wird, und die großartige Bildung der Fälle selbst wird damit das Ende ihres successiven Rückschreitens erreicht haben.

§. 996. In Folge ihrer ausgrabenden Eigenschaft zeigen die meisten Ströme längs ihrer Ufer geringe Aushöhlungen, welche den mittleren Wasserstand bezeichnen, in fast horizontalen Linien fortlaufen und an Felsufern namentlich oft so gering sind, daß man sie erst in einiger Entfernung bei niedrigem Wasserstande als Linien erkennt, welche dem Stromgefälle parallel längs der Felswände sich hinziehen. Sind die Thalwände weniger fest, so zeigen sich diese Linien als senkrechte Abstürze, unterhalb welcher das Geröll in fast horizontaler Lagerung sich hinzieht. Es bilden diese Terassen ein wesentliches Hülfsmittel zur Erforschung des früheren Laufes von Strömen, und zu der Bestimmung der früheren Ausdehnung ihrer Becken. In den meisten Flachländern, sowie in denjenigen Flußthälern der Gebirge, deren Erweiterung die Existenz solcher Terassen zuläßt, zeigen sich deren eine oder selbst mehre über einander, die manchmal hundert und mehr Fuß hoch über dem jetzigen Thalboden sich hinziehen, dem bloßen Auge horizontal erscheinen, bei genauerer Messung aber eine bestimmte Neigung nach dem Ausgange des Thales hin besitzen. Offenbar beweisen diese alten Niveaulinien und Terassen, daß dieselben Ströme, welche jetzt auf dem Boden der Thäler rinnen, einst eine weit größere Ausdehnung besaßen.

§. 997. Die Erosionen an den Ufern der Seen und Meere zeigen sich im Wesentlichen ganz in derselben Weise, wie an den Flüssen, nur daß hier die Linie des höheren Wasserstandes durch die Fluthlinie, und das Strömen des fließenden Wassers durch den Wellenschlag ersetzt ist. Die sonderbaren Formen, welche die Gesteine so mancher Küsten angenommen haben, beruhen meist auf der Unterwaschung der Felsenufer und dem Nachsturze der herüberhängenden Massen. An anderen Stellen, wo festere Gesteine das Ufer bilden, zeigen sich ganz ähnliche ausgewaschene Linien und Terassen, wie in den Flußthälern. An vielen Orten, an der norwegischen und schwedischen Küste, längs des schottischen Hochlandes u. s. w. befinden sich mehre solcher alten Uferlinien über einander, welche offenbar als Zeichen der früheren Niveauhöhe von eingeschlossenen Seen oder vom Meere übergeblieben sind. Dem bloßen Auge erscheinen diese oft nur in einer Entfernung deutlich werdenden Linien durchaus parallel und vollkommen horizontal. Genauere Untersuchungen in Norwegen haben indeß gezeigt, daß diese Horizontalität nur scheinbar ist. Da das Meer stets, es mag sinken oder steigen, eine vollkommen horizontale Fläche bildet, so muß der Mangel dieser Horizontalität der alten Uferterassen auf einer ungleichmäßigen Erhebung des Landes beruhen, und wir werden auf dieselbe in einem

späteren Abschnitte über jetzt noch fortdauernde Hebungen und Senkungen des Bodens zurückkommen.

Das Endresultat aller dieser zerstörenden Einwirkungen oder der gesamm- §. 998.
ten Degradation auf die Erdoberfläche ist die Reduction der festen Massen, welche die Continente bilden, zu losen Geschieben und wegführbaren Theilen, die von dem Wasser allmählich abgespült und nach den Sammelbecken, besonders dem Meere, hingeführt werden. In diesem bauen sich so aus den Trümmern des vorher fest Gewesenen wieder neue Schichten auf. — Dasselbe Verhältniß begegnet uns in den älteren geologischen Formationen. Bei vielen Gebilden, welche nur mechanische Umänderung erlitten haben, wie bei den Nagelfluhen, Conglomeraten ꝛc. können wir nachweisen, aus welchen älteren Gesteinen dieselben durch Degradation und spätere Umgestaltung hervorgingen; bei anderen, noch feiner zertheilten Massen, besonders Sandsteinen und Thonen, läßt sich meist nur vermuthen, aus welchen Gesteinen sie herstammen, bei den meisten Kalkgesteinen endlich hat chemische Umbildung und Zersetzung mittelst des organischen Lebens gewirkt, und in solchen Fällen ist es dann unmöglich, auf das Muttergestein zu schließen, aus dessen Zerstörung die neue Schicht hervorging.

Die ungeschichteten Gesteine.

In der ersten Abtheilung des vorliegenden Kapitels wurden die ver- §. 999.
schiedenen geschichteten Gesteine nach ihrer Aufeinanderlagerung von unten auf bis in die jetzige Epoche verfolgt, und zuletzt noch auf die Kräfte hingedeutet, welche noch in unserer Zeit bei ihrer Bildung thätig sind. Wir sind auf diese Weise bei der zweiten großen Abtheilung angelangt, welche wir im Anfange dieses Kapitels aufstellten, nämlich bei den ungeschichteten Gesteinen oder denjenigen Stücken der Erdmosaik, welche säulenartig die geschichteten Massen durchbrechen und von innen heraus an die Oberfläche gelangt sind. Die Betrachtung dieser ungeschichteten Massen führt natürlich auf die Art und Weise zurück, wie sich dieselben bildeten, wie sie aus der Tiefe hervorbrachen und welchen Kräften sie ihren Ursprung verdanken. Die Erkenntniß dieser Kräfte kann aber nur aus der genauen Analyse derjenigen Erscheinungen hervorgehen, welche sich bei der Bildung dieser ungeschichteten Massen zeigen, und da dieselben noch unter unseren Augen sich ereignen und weit complicirter sind, als die zur Bildung der Schichten mitwirkenden Erscheinungen, so erscheint es zweckmäßig, die Betrachtung der ungeschichteten Gesteine nicht in geschichtlicher Ordnung von den ältesten zu den neuesten

Bildungen zu verfolgen, wie wir bei den geschichteten Gesteinen gethan, sondern im Gegentheile zuerst die heutigen Phänomene zu prüfen und dann Schritt vor Schritt von diesen normgebenden Erscheinungen zu denjenigen überzugehen, in welchen sich mehr oder minder bedeutende Veränderungen zeigen. Der Zustand unserer Erde, welchen wir heute vor uns sehen, ist nicht mehr derselbe, wie zur Zeit ihrer ersten Bildung, zur Zeit der ersten Schöpfung; seit jener Epoche sind die gewaltigen Massen geschichteter Gesteine auf der Oberfläche abgelagert und dadurch das Verhältniß der Erdrinde zu ihrem inneren feuerflüssigen Kerne wesentlich verändert worden. Die älteren eruptiven Phänomene müssen demnach in vieler Beziehung von den jetzigen verschieden gewesen sein; diese Verschiedenheit mußte um so größer sein, je abweichender der Zustand der Erde von dem jetzigen war und es ergiebt sich somit aus dem natürlichen Gange, welchen uns die einfachen Verhältnisse darbieten, indem wir von dem Bekannten, von uns unmittelbar Beobachteten zu dem mehr und mehr Unbekannten fortschreiten, zugleich eine ungezwungene Folge, welche uns zu dem Ausgangspunkte zurückführt, welchen wir beim Beginne dieses Kapitels verließen. Wir werden demnach in dem Folgenden zuerst die jetzigen vulcanischen Phänomene und deren Producte betrachten und nachher diejenigen Gesteine studiren, welche älteren Eruptionen ihr Dasein verdanken.

1. Die vulcanischen Ausbrüche.

§. 1000. Die vulcanischen Ausbrüche, welche uns hier zuerst beschäftigen müssen, verdienen um so eher eine genauere Betrachtung, als sie sehr verwickelte Phänomene darstellen, deren Resultate nicht minder complicirt sind. Noch vor wenigen Jahrzehnten war durch den Einfluß der Werner'schen Ansichten das Studium der Vulcane sehr beschränkt worden, indem man sie für vereinzelte Phänomene hielt, welche in unbeträchtlicher Tiefe unter der Erdoberfläche ihren Sitz haben sollten. Genauere Untersuchungen ließen indeß bald erkennen, daß diese Ansicht eine irrige sei, und daß die eruptiven Phänomene im Gegentheil nur Aeußerungen einer gewaltigen, tief im Inneren der Erdkugel wirkenden Kraft seien, welche durch alle geologische Epochen hindurch sich thätig gezeigt und den gewaltigsten Einfluß auf die jetzige Gestaltung und Zusammensetzung der Erdrinde gehabt hatte. Man kann im Allgemeinen diese sämmtlichen Erscheinungen oder die Vulcanicität als die Reaction definiren, welche der innere flüssige Kern eines Planeten auf dessen äußere Rinde und Oberfläche ausübt. In dieser durch Humboldt gegebenen Definition sind indeß nicht nur die einzelnen vulcanischen Erscheinungen, sondern auch alle jene großartigen Kraftäußerungen einbegriffen, welche durch Hebung von Bergketten, Versenkung ganzer Länderstriche

jene verschiedenen geologischen Perioden abgränzten, deren geschichtete Ablagerungen wir in den bisherigen Abschnitten betrachtet haben. Wir trennen diese letzteren Erscheinungen, und betrachten vor der Hand nur diejenigen, welche sich an den offenen Kaminen zeigen, durch welche unsere Erdoberfläche mit dem flüssigen Kern in directer Verbindung steht.

Unter einem **Vulcane** verstehen wir demnach, mit L. v. **Buch**, einen §. 1001.
jeden **Kanal, welcher eine fortdauernde Communication mit dem Erdinneren darbietet**, Communication, welche sich durch Ausbrüche oder Eruptionen kund giebt. Wir kennen nach oberflächlicher Schätzung etwa 300 Punkte auf der Erde, welche man nach dieser Definition als Vulcane ansprechen darf. Indeß darf nicht vergessen werden, daß diese Schätzung immer etwas sehr Willkürliches in sich trägt, indem gar viele Punkte, welche offenbar ihrer Zusammensetzung und äußerer Gestaltung nach als Vulcane betrachtet werden müssen, bis jetzt in historischer Zeit noch keine Ausbrüche gezeigt haben, und wieder andere seit Jahrhunderten ruhen, so daß man sie wohl für erloschen halten darf. Es läßt sich demnach keine bestimmte Gränze zwischen erloschenen Vulcanen und jetzt noch thätigen ziehen, indem von einem Momente zum anderen der jetzt gerade geschlossene Schlot wieder geöffnet und als Auswurfsmündung benutzt werden kann. So konnte offenbar vor dem berühmten Ausbruche des Vesuvs im Jahre 76 vor Christus, welcher Herculanum und Pompeji zerstörte, der Vesuv für einen erloschenen Vulcan gelten, da während der ganzen geschichtlichen Zeit der Römerherrschaft kein Ausbruch bei ihm stattgefunden hatte.

Die Oeffnungen der vulcanischen Kamine befinden sich fast immer auf §. 1002.
dem Gipfel eines mehr oder minder isolirten kegelförmigen Berges, wo sie eine trichterförmige Oeffnung, den sogenannten **Krater**, bilden, welcher sich nach unten hin in das Kamin fortsetzt. Der Krater selbst hat gewöhnlich eine kreisrunde Gestalt; — der Kegel, der ihn trägt, der großentheils aus aufgeschütteten Materialien zusammengesetzt ist und deßhalb der **Aschenkegel** genannt wird, bietet bei den verschiedenen Vulcanen sehr wechselnde Verhältnisse dar. Seine Größe steht nicht nur nicht im Verhältnisse zur Größe des Vulcanes, sondern wechselt auch bei demselben Vulcane fast bei jeder bedeutenden Eruption. So hat der kleine Vesuv, der dreimal niedriger ist, als der Pik von Teneriffa, einen oberen Aschenkegel, welcher etwa $1/3$ der ganzen Höhe des Berges beträgt, während der Aschenkegel des Piks nur $1/22$ desselben ausmacht. Der Durchmesser des Kraters steht ebenfalls durchaus in keinem Verhältnisse zur Größe des Berges; — es giebt kleine, wenig hohe Vulcane, die einen wahrhaft ungeheuren Schlund besitzen, während manche große Vulcane nur ein verhältnißmäßig sehr kleines Kesselthal auf ihrer Spitze zeigen oder selbst gänzlich einer Kateröffnung entbehren.

Die **Häufigkeit** und **Intensität der Ausbrüche** ist ebenfalls §. 1003.

häufigen Veränderungen unterworfen, und namentlich ist die letztere durchaus nicht an die Größe der Berge gebunden. Die meisten Vulcane bieten abwechselnde Perioden von Ruhe und von Thätigkeit dar, und obgleich unsere geschichtlichen Documente nur über wenig Jahrhunderte sich erstrecken, so scheint doch behauptet werden zu können, daß die Intensität der Ausbrüche einigermaßen in umgekehrtem Verhältnisse zu der Thätigkeit steht. Die gewaltigen Eruptionen finden glücklicher Weise nur von Zeit zu Zeit Statt, und die bedeutendsten treten meist nach einer Periode längerer Ruhe ein. Es scheint, als wenn die eruptive Kraft dann einer gewaltigen Anstrengung bedürfe, um den manchmal seit Jahrhunderten verschlossenen Ausweg wieder zu öffnen. Eine furchtbare Eruption findet alsdann Statt, und leitet auf diese Weise die Periode der Thätigkeit ein, innerhalb welcher nun abwechselnde, aber doch minder kräftige Ausbrüche erfolgen. Der pompejanische Ausbruch des Vesuvs, welcher die jetzige Thätigkeitsperiode dieses Berges einleitete, hat bis jetzt noch seines gleichen an Furchtbarkeit nicht wieder gehabt.

§. 1004. Die Höhe der Vulcane scheint von einigem Einflusse auf die Frequenz ihrer Ausbrüche zu sein; — es scheint, als bedürfe die vulcanische Kraft einer um so bedeutenderen Anstrengung, um nach außen durchzubrechen, als der Berg höher ist. Stromboli, dessen Kegel unmittelbar aus dem Meere bis zu 2175 Fuß sich erhebt, sowie der Guacamayo in der Nähe von Quito bieten tägliche, ersterer selbst fast stündliche, seit Jahrhunderten ununterbrochene Ausbrüche dar. Bei dem Vesuv, der 3637 Fuß hoch ist, vergeht fast kein Jahr ohne Eruption. Der Aetna, 10200 Fuß hoch, bietet schon längere Intervalle von Ruhe, und der Cotopaxi endlich, 17890 Fuß hoch, zeigt nur eine Eruption durchschnittlich in einem Jahrhundert.

§. 1005. Die eruptiven Erscheinungen bieten einen gewissen Cyclus dar, welcher unverändert derselbe bleibt, es mag die Intensität und die Dauer der Eruption noch so sehr wechseln. Die von Viertelstunde zu Viertelstunde sich wiederholenden Ausbrüche von Stromboli bieten in ihrer Gesammtheit ganz dasselbe Bild, als die mächtigen Eruptionen des Aetna, nur mit dem Unterschiede, daß die Zeitdauer der einzelnen Phasen geringer und die Resultate bei weitem schwächer sind.

§. 1006. Der Ausbruch wird gewöhnlich durch unterirdisches Getöse verkündigt, welches mit Erdstößen, Erschütterungen des Bodens, und zuweilen selbst förmlichem Erdbeben verknüpft ist. Das unterirdische Getöse selbst kommt unbezweifelt aus ungemeiner Tiefe und wird deshalb in einem mehr oder minder bedeutenden Umkreise ganz so gehört, als wenn es in größter Nähe stattfände. Meistens klingt es wie heftiges Artillerie- oder Musquetenfeuer, und zuweilen ist es dem Kanonendonner so täuschend ähnlich, daß man in Südamerika Beispiele kennt, wo man sich rüstete, um den nahen-

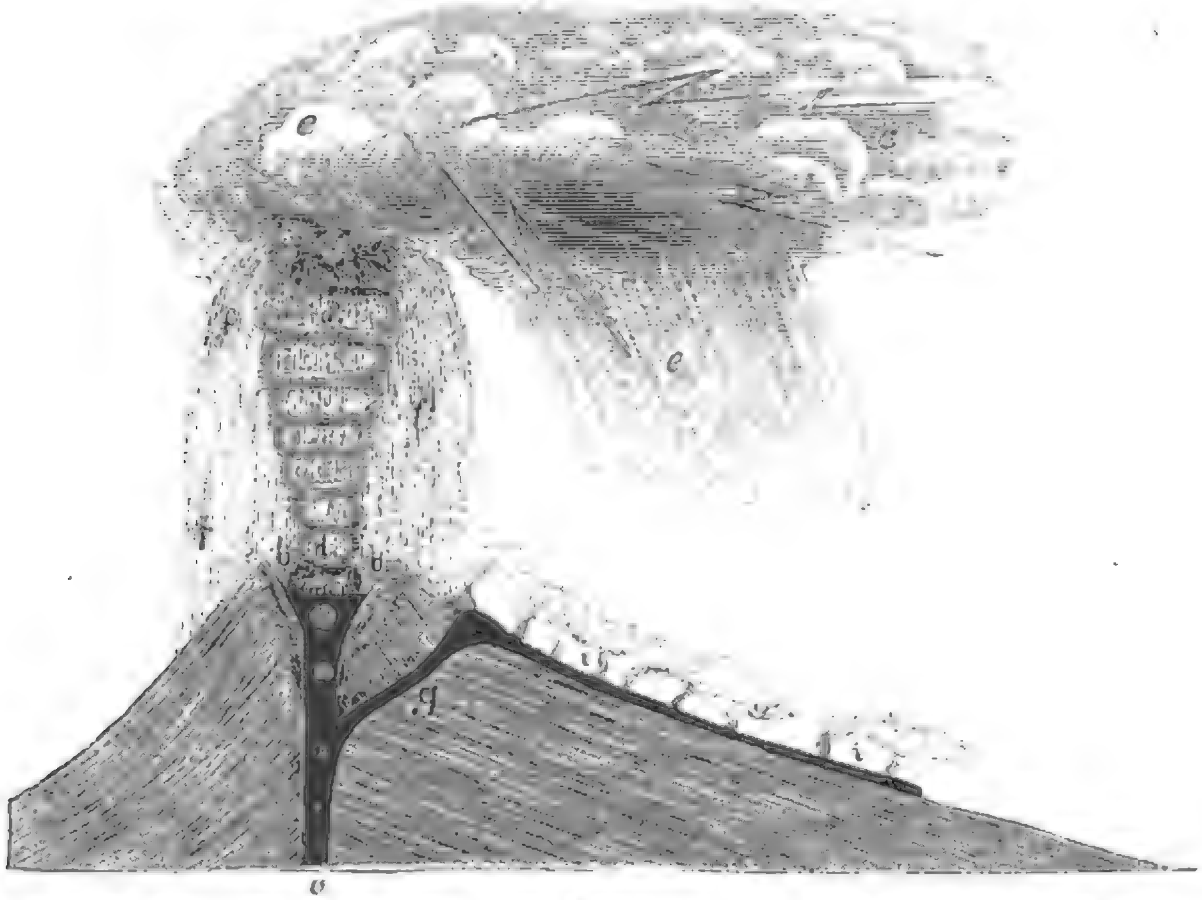
den Feind zu empfangen. In anderen Fällen ist es ein dumpfes Rollen, wie unterirdischer Donner, zuweilen selbst ein helles Klingen, wie wenn große Glasmassen im Inneren der Erde zerschlagen würden; öfters bestehen diese Getöse und unterirdischen Donner durchaus ohne Erschütterungen, zu anderen Malen aber zeigt sich das Getöse offenbar in Gefolge der Erdstöße, wie wenn durch diese letzteren unterirdische Klüfte erweitert würden, und das Fallen der losgesprengten Trümmer das Getöse verursachte.

Das **Erzittern des Bodens**, welches allen vulcanischen Eruptionen §. 1007
vorausgeht, ist bald mehr, bald minder beschränkt, und zeigt oft so ungeheure Verbreitungsbezirke, daß man bei oberflächlicher Betrachtung kaum an seine unmittelbare Verbindung mit der Eruption denken kann, da diese im Vergleich zu dem **Erdbeben** doch nur eine äußerst beschränkte Kraftäußerung zeigt. Wir werden später bei genauerer Beschreibung und Detaillirung der verschiedenen Eruptionsphänomene auf die einzelnen Erscheinungen der Erdbeben näher eingehen; — vor der Hand begnügen wir uns, darauf aufmerksam zu machen, daß Erderschütterungen stets als Vorläufer vulcanischer Eruptionen sich zeigen, und sogar die weit ausgedehnten Erdbeben meist mit Ausbrüchen, welche kurz darauf folgten, in unmittelbaren Zusammenhang gebracht werden können.

Der **vulcanische Ausbruch** selbst beginnt in der Regel mit einem §. 1008.
heftigen Stoße, welcher das Innere des Berges erzittern macht. Das Aufsteigen feurig glühender Massen und heißer Dämpfe verkündet sich an den höheren Vulcanen durch das Schmelzen des Schnee's auf den Wänden des Aschenkegels und die Anwohner des Cotopaxi wissen sehr wohl, was die unheilvolle Schwärze zu bedeuten habe, welche der Kegel von Zeit zu Zeit zeigt. Mit dem heftigeren Stoße, welcher die Ueberwindung des letzten Widerstandes anzeigt, bricht eine ungeheure Masse von Gasen und namentlich von Wasserdämpfen aus dem Schlunde des Kraters hervor. Die Aschen- und Steinmassen, welche diesen erfüllten, werden durch die plötzlich entwickelte Kraft der elastischen Dämpfe in die Höhe geschleudert und die geschmolzenen Lavamassen zeigen sich nun in dem Krater, bis zu einer gewissen Höhe ansteigend, mit ihrer freien, in glühendem Roth leuchtenden Oberfläche. Der Wasserdampf entwickelt sich durch diese flüssige glühende Masse in großen, runden Blasen, die über dem Vulcan in die Höhe wirbeln, und sich um so mehr ausdehnen, je höher sie in die Atmosphäre aufsteigen. Das Anschwellen dieser kugelförmigen Dampfmassen (*d*, Fig. 377) welche aus dem Krater in abgemessenen Zwischenräumen hervorwirbeln, ist ohne Zweifel bedingt durch die Mengung des Wasserdampfes mit der atmosphärischen Luft. Im Aufsteigen platten sich diese kugelförmigen Massen ab, schieben sich über einander und bilden so eine geballte Wolke (*c*, Fig. 377) von blendend weißer Farbe, welche in der Richtung des Windes

Fig. 377.

Idealer Durchschnitt eines Vulcanes während der Eruption.
a. Der Schlot, mit Lava erfüllt. *b*. Der Krater. *c*. Die vulcanische Wolke. *d* Die Dampfsphäroide, welche die Wolke bilden. *e* Der Regen, welcher der Wolke entströmt. *f*. Die Schlackengarbe. *g* Seitenspalte, durch welche die Lava ihren Ausweg findet. *h*. Parasitischer Kegel. *i*. Lavastrom mit den Dampfwolken und Fumarolen, die aus seinen Spalten sich entbinden.



sich ausdehnt, und schon von dem jüngeren Plinius sehr treffend mit dem ausgebreiteten Gipfel einer Pinie verglichen wurde. Die mehr oder minder langgestreckte Gestalt dieser Wolke, sowie ihre seitliche Ausdehnung hängt hauptsächlich von der Stärke des Windes ab, der in den oberen Luftregionen herrscht. Im Allgemeinen ist die Wolke blendend weiß, zuweilen aber grau und selbst schwarz, je nach der Menge von Asche, welche dem Wasserdampfe beigemengt ist. Bei einigen Ausbrüchen hat man bemerkt, daß die zu Boden sich senkende Wolke einen deutlichen Geruch nach Salzsäure, schwefliger Säure oder Schwefelsäure darbot, und öfters hat man diese Säuren dem der Wolke entströmenden Regenwasser beigemengt gefunden.

§. 1009. Die geballte Dampfwolke, welche sich in der beschriebenen Weise über dem Vulcane erhebt, ist der Sitz der bedeutendsten elektrischen Erscheinungen. Man weiß jetzt, daß der aus einer Dampfmaschine entlassene Wasserdampf ungemein große elektrische Funken erzeugen kann. In der vulcanischen Wolke zeigen sich die elektrischen Erscheinungen in ebenso großartigem Maßstabe entwickelt, wie in den Gewitterwolken; — beständige Blitze und immerwährender Donner sind von dem heftigsten Gewitterre-

gen begleitet, welcher wolkenbruchartig herabstürzt und oft weit bedeutenderen Schaden in der Umgebung der Vulcane anrichtet, als die von dem Berge ausgespieenen Aschen- und Schlackenmassen. An den Abhängen der meisten Vulcane zeigen sich tiefe Runsen und Gräben, welche von diesen verheerenden Gewitterregen eingegraben wurden, und viele sogenannte Ausbrüche von Schlamm und Wasser sind in der Art zu erklären, daß der Gewitterregen lose Asche, Schlacken und Gerölle wegschwemmte und in das bewohnte Land hinabriß. Zuweilen auch bedingt das plötzliche Schmelzen des Schnee's, welches dem Ausbruche vorangeht, solche verheerende Schlammströme, die demnach nicht bloß als aus Spalten hervorgegangen angesehen werden müssen. Bei dem großen Ausbruche des Cotopaxi im Jahre 1744 schmolzen die bedeutenden Schneemassen, welche die obersten tausend Meter des Vulcanes decken, in einigen Stunden und erzeugten die furchtbarsten Schlammströme, welche weit hin die Umgegend verwüsteten.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit zurück auf die Erscheinun- §. 1010.
gen, welche in dem Krater des Vulcanes selbst während der Eruption sich zeigen, so sehen wir die flüssige, im Inneren des Kraters glühende Lava in einem beständigen Auf- und Abwogen. Die einzelnen Dampfblasen dringen durch die glühende Masse nach oben, heben dieselbe in die Höhe und platzen endlich auf der Oberfläche mit bedeutender Kraftentwickelung. Die theilweise erkaltete und verschlackte Oberfläche der Lava wird auf diese Weise in die Höhe geschleudert und die einzelnen Fragmente wie bei dem Platzen einer Bombe nach allen Seiten hin geschleudert. Es hängt von dem Grade der Flüssigkeit der Lava ab, welchen Widerstand dieselbe den sie emporschleudernden Dampfmassen entgegenstellt, und hierdurch, sowie durch die Beschaffenheit der Lava selbst wird dann auch die Größe der Fragmente bedingt, in welche sich die emporgeschnellte Decke theilt. Die meisten Fragmente, in gerader Linie in die Höhe geschleudert, fallen wieder senkrecht in den Kessel des Kraters zurück, viele stürzen auf den Rand der Krateröffnung und schütten so den Auswurfskegel immer mehr und mehr auf. Die leichteren Stücke von kleineren Dimensionen (sogenannte rapilli), sowie die feine Asche werden von dem aufwirbelnden Dampfe mitgerissen und oft über ungeheuer weite Strecken hinweggeführt. Die Quantität der Materialien, welche oft in dieser Weise, besonders in Form von Rapilli's, feinen Schlacken und ungemein zertheilter Asche ausgespieen werden, gränzt an das Unglaubliche. Wir werden später einige Beispiele solcher enormer Aschenauswürfe anführen.

Die bei dem Platzen der Dampfmassen in die Höhe geschleuderten §. 1011.
Schlacken bilden eine Garbe glühender Massen über dem Krater, welche der pinienförmigen Ausdehnung der Wolke gleichsam als Stamm dient. Jede platzende Dampfblase schleudert die verschlackte Lavadecke in die Luft,

und entblößt so die lebhaft glühende Oberfläche, deren rothes Licht auf den Dampfwolken und der emporgeschleuderten Schlackengarbe widerstrahlt. Man glaubt deshalb bei ungenügender Beobachtung Flammenausbrüche zu sehen, welche durch die Schlackengarbe emporlodern, und in der That sprechen auch alle älteren Beobachter von Feuergarben und brennenden Flammen, welche aus dem Krater des Vulcanes emporschossen. Neuere Beobachter, welche auf die Ursache der Erscheinung aufmerksam waren, haben bei den Ausbrüchen selbst keine Flammen beobachtet, oder doch nur in äußerst seltenen Fällen. In den Zwischenräumen der Eruptionen hat man freilich sowohl auf dem Vesuv als auf dem Aetna theils in dem Krater selbst, theils auf den seitlichen Gehängen des Aschenkegels kleine Flammen beobachtet, welche mit zischendem Geräusch aus Spalten hervorbrachen und nach Versicherung der Einen aus brennendem Schwefelwasserstoffgas, nach den Anderen aus Kohlenwasserstoff bestanden. Jedenfalls sind indeß, wenn auch bei den größeren Eruptionen solche brennbare Gase in's Spiel kommen sollten, dieselben doch in zu unbedeutender Menge vorhanden, als daß man aus ihnen die Feuergarbe ableiten könnte, welche sich aus dem Krater des Berges zu erheben scheint, und diese entsteht vielmehr aus dem Reflex der glühenden Massen, welche durch die Explosion der Wasserdämpfe entblößt werden.

§. 1012. Es wurde schon oben bemerkt, daß die im feurigen Flusse befindliche Lava, welche den Krater und den darunter befindlichen Schlot des Vulcanes erfüllt, von den Wasserdämpfen emporgehoben wird. In vielen Fällen hebt die Elasticität des eingeschlossenen Wasserdampfes die Lava so hoch, daß diese über den Rand des Kraters hinwegfließt, und nun einen Strom bildet, der sich längs des Aschenkegels hinab ergießt. Indeß findet dies Ueberfließen der Lava über den Aschenkegel in der Regel nur bei den niedrigeren Vulcanen Statt; bei den höheren spaltet sich der Berg meist an einer gewissen Stelle in der Nähe seiner Basis, und aus dieser Spalte ergießt sich dann der Lavastrom. An dem Aufbruchsorte einer solchen Seitenspalte (*g*, Fig. 377), aus welcher die Lava tritt, schüttet sich dann meist auf dieselbe Weise ein parasitischer Schlackenkegel auf (*h*, Fig. 377), wie dies an dem Krater der Fall ist. Das Fließen der Lava selbst bietet je nach der größeren oder geringeren Flüssigkeit ihrer Masse und nach dem Grade ihrer Erhitzung, sowie nach der Böschung der Abhänge, auf welchen sie fließt, sehr verschiedene Phänomene dar. Die Oberfläche der Lava erkaltet sehr schnell, erhärtet und bietet nun eine vielfach gespaltene Kruste dar, aus welcher noch überall Wasserdämpfe sich entwickeln. Die unter dieser Kruste fortglühende Lava, welche nur äußerst langsam erkaltet, fließt langsam vorwärts, indem die erhärtete Decke beständig unter dem Drucke der feuerflüssigen Masse zerreißt, und gleich einem Haufen von Blöcken

über einander fortgeschoben und vorwärts gewälzt wird. Ein Lavastrom bietet sonach nicht sowohl das Bild einer fließenden Schlammmasse, als vielmehr dasjenige eines Flusses dar, dessen Oberfläche beim Eisgange von zahllosen Eisblöcken überdeckt ist, auf welchem die Eistrümmer sich über einander schieben und drängen und bei jedem Hindernisse aufstauen, bis das Wasser den von ihnen gebildeten Damm durchbricht, und sie von Neuem vorwärts reißt. Alle Beobachter kommen darin überein, das Fließen der Lavaströme besonders in ihrem unteren Theile mehr als ein stetes Voranwälzen regellos sich anhäufender Trümmer, denn als ein gleichmäßiges Fließen zu schildern. Wir werden bei Betrachtung der speciellen Verhältnisse der Lavaströme noch näher auf diese Erscheinungen eingehen, und wollen hier nur noch einmal auf die stete Entwickelung von Wasserdampf aus allen Spalten der Lavaströme aufmerksam machen, wodurch diese bei Tage aus einiger Entfernung wie eine Menge in einer Linie aufgestellter Ventile von Dampfmaschinen erscheinen, welche ihren Wasserdampf entlassen (siehe Fig. 377, *i*).

Die vulcanischen Eruptionen bieten demnach in ihren allgemeinsten §. 1013.
normalen Verhältnissen folgende Erscheinungen dar. Vorausgehendes unterirdisches Getöse mit Erschütterung des Bodens, Entwickelung einer ungeheuren Menge von Wasserdampf, Auswurf von erdigen, steinigen, zermalmten und zerriebenen Massen von sogenannter vulcanischer Asche und endlich Ausbruch von Lavaströmen, welche sich über den Berg hinab ergießen. Die Erzeugung von Lava, welche man gewöhnlich als das wesentlichste Phänomen anzusehen pflegt, ist im Gegentheil dasjenige, welches am öftesten fehlt, denn man darf wohl sagen, daß $^2/_3$ der jetzt auf der Erde thätigen Vulcane niemals Lavaströme geliefert haben.

Jedes einzelne der oben genannten Phänomene verdient seiner geologischen Wichtigkeit wegen eine genauere Betrachtung. Es wäre unmöglich, alle Fälle, wo die genannten Erscheinungen beobachtet wurden, genauer aufzuzählen, wir werden deshalb nur auf diejenigen eingehen, welche durch ihre Größe eine Idee von der Gewalt der vulcanischen Kräfte geben können, oder durch außerordentliche Abänderungen Stoff zu folgereichen Schlüssen liefern.

Die E r s c h ü t t e r u n g e n d e s B o d e n s, welche bei den gewöhnli- §. 1014.
chen kleineren Eruptionen sich nur auf den Vulcan selbst und seine nächste Umgebung beschränken, können sich über weite Strecken verbreiten und förmliche E r d b e b e n bilden, deren Zusammenhang mit vulcanischen Erscheinungen jetzt wohl nicht mehr in Zweifel gezogen werden kann. Man versteht überhaupt unter Erdbeben eine jede Erschütterung der starren Erdrinde, mag diese nun beschränkt oder auf einen größeren Raum ausgedehnt sein. Es lassen sich aber in den verschiedenen Erdbeben auch

verschiedene Arten von Bewegung nachweisen, die man schon um deswillen unterscheidet, weil nach der Bewegung auch die Gefährlichkeit des Erdbebens mehr oder minder groß ist.

Die undulatorische oder wellenförmige Bewegung ist die gewöhnlichste und wird etwa mit der Fortbewegung eines Schiffes durch die Wellen verglichen. Der Boden hebt und senkt sich in abwechselnden Zwischenräumen und zwar fortschreitend nach einer gewissen Richtung, die man sehr wohl unterscheiden kann. Es ist diese Art von Erdbeben die häufigste und am wenigsten gefährliche, da im Allgemeinen die bewegten Stücke der Erdrinde in ihrer wechselseitigen Lage zu einander bleiben und nur eine geringe momentane Veränderung der Horizontalität stattfindet, wodurch die Gebäude weniger afficirt werden.

Die aufstoßende oder succussorische Bewegung ist schon weit gefährlicher. Das Erdreich wird hier vertical in die Höhe geworfen, wie durch einen in senkrechter Linie von unten her angebrachten Stoß, der oft so heftig ist, daß förmliche Auswürfe wie von der Explosion einer Mine entstehen und Löcher und trichterförmige Vertiefungen zurückbleiben.

Endlich hat man noch bei den zerstörendsten Erdbeben eine dritte, rotatorische oder wirbelnde Bewegung unterschieden, wodurch die Erde wie im Kreise umhergeschleudert und zugleich von unten her emporgestoßen wurde. In den furchtbaren Erdbeben von Jamaica (7. Juni 1692), Lissabon (1. November 1755), Calabrien (Februar und März 1783), Caracas (26. März 1812) wurden von den Augenzeugen deutlich diese rotatorischen Bewegungen in der Nähe des Centrums der Zerstörung verspürt und der Zustand der Trümmer bezeugte ebenfalls solches Umherwerfen, indem man das Dach eines Hauses auf den Trümmern des anderen, die Geräthschaften, Mauern, Bäume von einem Orte zum anderen geschleudert fand. In Calabrien wurde in dem Becken der Stadt Oppido, welche in einem natürlichen Amphitheater von Bergen auf angeschwemmtem Grunde liegt, der Boden so bewegt, wie wenn man ein weites Sandfaß drehend schüttelt und zugleich durch Stöße von unten her erschüttert. Einer solchen Bewegung widersteht, wie leicht begreiflich, kein Gebäude noch irgend etwas Bewegliches; Alles wird zusammengeschüttelt und nivellirt, und die Trümmer so umhergeschleudert, daß man den Plan der Städte nicht wieder erkennt.

§. 1015. Der Zusammenhang der Erdbeben mit den vulcanischen Erscheinungen bedarf in jetziger Zeit keiner näheren Beweise mehr. Es ist zwar keine Frage, daß Erdbeben auch in solchen Ländern äußerst zerstörende Wirkungen hervorgebracht haben, in welchen keine vulcanischen Heerde existiren, da aber sämmtliche Erscheinungen darauf hinweisen, daß die Kraft, welche dieselben hervorbringt, in beträchtlicher Tiefe unter der Erdrinde ihren Sitz

hat, so kann diese Entfernung nicht befremden. In denjenigen Ländern, wo gewaltige Vulcane in größerer Zahl sich vorfinden, wie namentlich in der Kette der Anden, sind auch die Erderschütterungen eine alltägliche Erscheinung und die allgemeine Meinung des Volkes, welche durch die geschichtlichen Nachforschungen bestätigt wird, geht dahin, daß die vulcanischen Kamine gleichsam als Sicherheitsventile für die im Inneren der Erde wirksamen explosiven Gewalten zu betrachten seien, und daß man keine Erdbeben zu befürchten habe, so lange die Vulcane rauchen, während das Verschwinden der Rauchwolke als ein sicherer Vorbote der Erdbeben betrachtet wird. Bei dem furchtbaren Erdbeben von Riobamba war dieser Zusammenhang besonders auffallend. Seit Monaten schon stieß der Vulcan von Pasto mächtige Rauchwolken aus, die plötzlich am 2ten Februar 1797 verschwanden. In dem Augenblicke des Verschwindens ereignete sich das Erdbeben, dessen Mittelpunkt, Riobamba, in gerader Linie 60 Stunden von dem Vulcan entfernt ist. In demselben Jahre wurden die kleinen Antillen während 8 Monaten von fast ununterbrochenen Erderschütterungen heimgesucht, die nicht eher aufhörten, als bis am 27sten December ein entsetzlicher Ausbruch des Vulcanes von Guadeloupe den explosiven Kräften Ausgang nach außen verschaffte.

Die Nachforschungen über die Reihenfolge der Erscheinungen, welche §. 1016.
dem Erdbeben von Lissabon vorausgingen oder nachfolgten, weisen eine Reihe von Erschütterungen nach, durch zwischenfolgende Ausbrüche hier und da unterbrochen. Der Vesuv war in den Jahren 1751 — 1755 ganz besonders thätig gewesen, bis im Januar eine plötzliche Ruhe eintrat. Dieser Ruhe folgte eine ununterbrochene Reihe von mehr oder minder heftigen Erdbeben. Die griechischen Inseln, sowie das Küstenland des Mittelmeeres wurden im Februar, Persien im Juni, England im August erschüttert, und das Erdbeben von Lissabon, dessen Ausbreitung eine ungeheure war, erfolgte am 1sten November und zog sich in seinen Nachläufern bis in den December hinein. In den Jahren 1756—1758 wurden abwechselnd fast in sämmtlichen Ländern Europa's, in Deutschland, Frankreich, England und bis nach Lappland hin Erdstöße verspürt. Im Jahre 1759 wurde Damascus durch ein vielleicht nicht minder heftiges Erdbeben als dasjenige von Lissabon heimgesucht, über dessen Verbreitung in den uncivilisirten Ländern Asiens wir freilich nicht so genaue Kunde besitzen. Als unmittelbare Folge dieser Erschütterung erscheint der Ausbruch des Jorullo in Mexico am 29sten September 1759, und im Jahre 1760 einer der furchtbarsten Ausbrüche des Vesuvs, welchen die Geschichte dieses Berges kennt. Hiermit schienen die inneren Gewalten beruhigt und nur noch als geringes Nachweh zeigte sich ein zweites Erdbeben zu Lissabon im Jahre 1761.

§. 1017. Das Erdbeben von Caracas zeigte sich ebenfalls als der Mittelpunkt einer längeren Periode von Erschütterungen, die im Jahre 1811 mit der Entstehung der Insel Sabrina in der Nähe von St. Michael (Azoren) begann, und sich dann während dieses Jahres und des Anfanges des nächstfolgenden durch öfter wiederholte Erschütterungen der Antillen und durch das große Erdbeben des ganzen Flußgebietes des Missisippi fortsetzte. Am 26sten März 1812 wurde Caracas zerstört, und einen Monat später brach der Vulcan von Sanct Vincent in den Antillen auf und schloß mit einer ungeheuren Eruption diese Periode der Unruhe.

§. 1018. Wir könnten diese Beispiele noch bedeutend vervielfältigen, es mag indeß genügen, hier gezeigt zu haben, daß auch die größeren Erdbeben, deren Mittelpunkt nicht gerade in vulcanischen Gegenden liegt, wie eben dasjenige von Lissabon, dennoch mit den Vulcanen im nächsten Zusammenhange stehen. Gehen wir nun auf die Erscheinungen, welche sich bei den Erdbeben zeigen, näher ein, so tritt uns zuerst hier das unterirdische Gebrülle entgegen, welches meist den Erschütterungen vorangeht als warnender Vorbote, obgleich es in einzelnen Fällen, wie z B. bei dem Erdbeben von Lissabon, gänzlich fehlt, und der Stoß ohne weiteres Vorzeichen eintritt. Die weite Verbreitung dieser Geräusche, die überall wie aus großer Nähe kommend gehört werden, beweist schon, daß sie in bedeutender Tiefe entstehen und durch den Boden fortgepflanzt werden. Das Meer hindert diese Fortpflanzung nicht, wie das Beispiel des Tomboro auf der Sundainsel Sumbava beweist, der bis auf der Insel Sumatra in einer Entfernung von 400 Seestunden vernommen wurde. Das donnerartige Getöse des Vulcans von Sanct Vincent wurde bis in eine Entfernung von 158 Meilen an den Ufern des Rio Apure vernommen, und in einer horizontalen Erstreckung über eine Fläche von 2300 Quadratmeilen in ungeheurer Stärke gehört. Oefters bestehen diese Getöse ganz für sich allein, ohne selbst mit Erschütterungen vergesellschaftet zu sein. Im Anfange des Jahres 1784 wurden die Einwohner von Guanaxato durch ein mehre Monate anhaltendes unterirdisches Getöse so erschreckt, daß sie endlich flüchteten, obgleich keine Spur von Erdbeben sich zeigte. In anderen Fällen folgt das Getöse erst den Erdstößen und scheint dadurch bedingt, daß in Folge der Erschütterungen im Inneren der vulcanischen Klüfte sich Felsmassen loslösen und herabstürzen.

§. 1019. Die übrigen Vorboten der Erdbeben und der vulcanischen Ausbrüche, welche man theils in der Atmosphäre, theils in den Quellen und dem Benehmen der Thiere hat finden wollen, sind äußerst zweifelhaft, und einige derselben nur isolirt hier und da beobachtet worden. So wurden bei dem Erdbeben von Lissabon ferne Quellen in ihrem Laufe unterbrochen, versiegten für einige Zeit und kamen dann heftig sprudelnd wieder zurück.

Der Antheil der Atmosphäre an den Erdbeben ist äußerst zweifelhaft, doch scheinen hauptsächlich die Regenzeit in den tropischen Gegenden, der Herbst und Winter in gemäßigten Zonen mehr bei den Erdbeben betheiligt. Von 118 sicher constatirten Erdbeben, welche in Basel seit dem 18ten October 1356, wo die Stadt zerstört wurde, sich ereigneten, fallen 78 auf den Herbst und den Winter, 40 auf den Frühling und Sommer.

Als einer höchst eigenthümlichen Erscheinung müssen wir hier eines §. 1020. trockenen Nebels oder Höherauches gedenken, den man bei mehren Erdbeben und vulcanischen Erscheinungen wahrgenommen hat. Im Jahre 1783, wo Calabrien zerstört wurde, bedeckte ein solcher trockener Nebel ganz Europa, Nordafrika und Nordamerika, und erstreckte sich sogar im atlantischen Ocean bis auf 100 Meilen etwa von den östlichen Küsten des europäischen und afrikanischen Continents. Dieser Nebel hielt so lange an, und seine Gränze war so constant, daß die Schifffahrer des Oceans ihn als Vorboten der Annäherung des festen Landes betrachteten; er war besonders dick in dem Mittelmeere und im Umkreise von Calabrien, und Monate lang ging in diesen Gegenden die Sonne blutroth unter. Aehnlichen Höherauch beobachtete man bei den Erdbeben von Lissabon und Cumana, sowie im Jahre 1831, wo die Insel Julia in dem Mittelmeer auftauchte.

Die Dauer der Erdbeben selbst ist äußerst verschieden, und mei- §. 1021. stens setzen sich dieselben aus einzelnen, oft wiederholten Stößen zusammen, zwischen welchen sich Perioden der Ruhe zeigen. Die einzelnen Stöße selbst dauern nur wenige Secunden, indeß zählte doch Boussingault bei dem Erdbeben von Neugranada im Jahre 1827 eine Periode von 5 Minuten, während welcher die Erde ununterbrochen erbebte und der Boden gleich einem wogenden Meere auf- und niederwallte. Es ist dies indeß ohne Zweifel die längste Dauer einer ununterbrochenen Erschütterung, welche je beobachtet wurde.

Wenn indeß die einzelnen Stöße selbst verhältnißmäßig nur eine sehr kurze Zeitdauer besitzen, so darf man auf der anderen Seite nicht vergessen, daß sie zuweilen Monate lang sich wiederholen und demnach eine Gegend während langer Zeit nicht zur Ruhe kommt. Die Erschütterungen, unter welchen Cumana im Jahre 1766 erlag, dauerten im Ganzen durch 14 Monate an. Calabrien kam während 5 Jahren, von 1783 — 1788 nicht zur Ruhe, und im Jahre 1783 allein wurden 949 Stöße verspürt, worunter 98 gefährliche.

Was die Ausbreitung der Erdbeben auf der Oberfläche betrifft, §. 1022. so ist diese, je nach der Heftigkeit, sowie der Lage des Erschütterungspunktes sehr verschieden. In den meisten Fällen läßt sich ein Mittelpunkt nachweisen, an welchem die Wirkungen des Erdbebens am stärksten sich zeigen

und von welchem aus dieselben strahlenförmig nach außen hin abnehmen. So ließ das Erdbeben von Calabrien einen solchen Mittelpunkt an der Südspitze des italienischen Festlandes bei dem kleinen Städtchen Oppido erkennen. In einem Umkreise von etwa 5 Meilen war kein Stein auf dem anderen geblieben, während in weiterer Entfernung die Fundamente der Häuser stehen geblieben und über 18 Meilen hinaus meist nur die leichteren Constructionen Schaden erlitten hatten.

Man hat aus diesen Verbreitungen der Erdbeben sogenannte Erschütterungskreise abgeleitet, deren Begränzung sehr oft von der Zusammensetzung des Bodens abhängt. Die Ausdehnung solcher Erschütterungskreise ist oft ungeheuer. So verbreitete sich das Erdbeben von Lissabon über einen Erdraum, welcher mehr als 700,000 geographische Quadratmeilen umfaßte, und etwa dem zwölften Theile der gesammten Erdoberfläche gleich kam, und die Erschütterungen, welche den Ausbruch des Tomboro begleiteten, bildeten einen Kreis von 200 geographischen Meilen im Halbmesser.

§. 1023. Die meisten mehr beschränkten Erschütterungskreise werden in ihren Begränzungen durch das Streichen der Gebirgsketten und der Hauptformationen bestimmt, und wie es scheint, ist es hauptsächlich die mechanische Structur der Felsarten, welche die Fortpflanzung der Bewegung modificirt. Man hat bemerkt, daß die meisten Erdstöße in den Pyrenäen sich von Westen nach Osten in der Richtung der Axen des Gebirges erstrecken, daß in England die Erdstöße sich meist von Südwest nach Nordost nach der Hauptstreichungslinie der Formationen fortpflanzen, daß in Südamerika die Richtung der Ketten auch diejenige der Verbreitung der Erdbeben angiebt, und daß nur seltene Fälle existiren, wo quer über die Ketten hinüber die Erschütterungswellen sich ausbreiteten. Die Gebirgsketten bilden gleichsam die Näthe, durch welche die einzelnen Stücke der Erdoberfläche sich abtrennen, und meist bleibt der eine Abhang derselben ruhig, während der entgegengesetzte erschüttert wird.

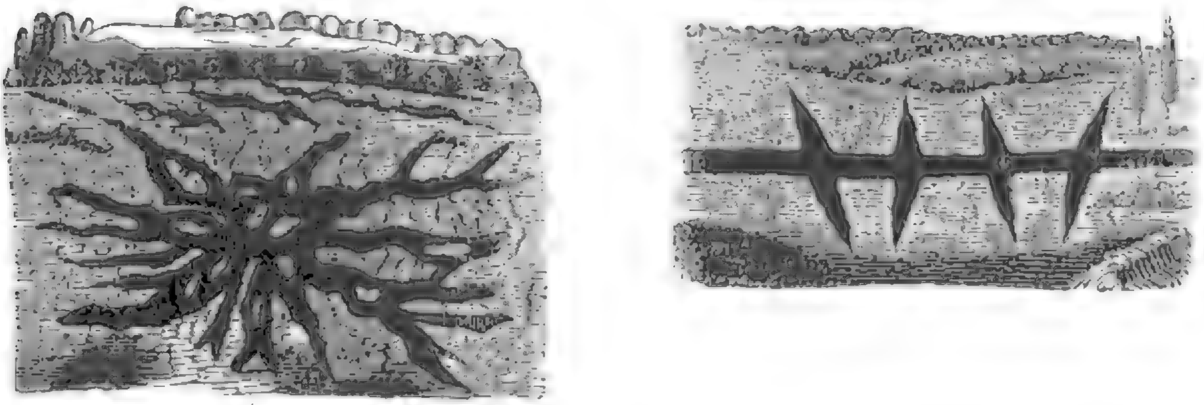
Man hat in den Ländern, welche häufigen Erdstößen unterworfen sind, bemerkt, daß es Stellen giebt, über welche die Erschütterungswellen gewöhnlich fortspringen, so daß die Fortpflanzungslinien von Zeit zu Zeit unterbrochen scheinen. Indeß modificiren sich diese Brücken, wie die Einwohner von Südamerika sie nennen, oft bedeutend mit der Zeit, und größere Erdbeben namentlich haben öfters die Wirkung, früher beschränkt gewesene Erschütterungskreise auszudehnen, und solchen Brücken das Privilegium zu rauben, welche sie früher zu besitzen schienen. So wurde durch das große Erdbeben von Caracas der Erschütterungskreis dieser Gegend bedeutend modificirt und eine am Eingange des Hafens gelegene Halbinsel, welche früher durchaus nie erschüttert worden war, in den Kreis der verderblichen Wirkungen mit hineingezogen.

Da nur die mechanische Construction des Gesteines auf die Verbrei- §. 1024.
tung der Erdbeben einigen Einfluß haben kann, so folgt daraus, daß die Gefahr der Zerstörung um so größer ist, je loser das Gestein, auf welchem die Gebäude ruhen. Alluvialboden wird zusammengeschüttelt wie Sand in einem Becken, und die darauf aufgeführten Gebäude von Grund aus zerstört, während die auf festem Fels ruhenden keinen Schaden erleiden. Das Meer wird meistens auf das Heftigste mit afficirt, und in allen Küstengegenden geben die durch plötzliches Steigen der Gewässer verursachten Zerstörungen den direct vom Erdbeben hervorgebrachten wenig nach. Auf offener See werden die Erdstöße so bemerkt, als sei das Schiff auf einen Felsen aufgefahren, und dadurch einen plötzlichen Stoß erlitten; an der Küste erheben sich plötzlich eine oder mehre ungeheure Wellen, durch welche die Schiffe von den Ankern losgerissen und oft weit von der Küste in das Land hineingeschleudert werden.

Merkwürdige, noch nicht erklärte Anomalien bietet die Verbreitung §. 1025.
der Erdbeben in die Tiefe dar, die man freilich nur da beobachten kann, wo Bergwerke sich finden. Meistens empfindet man die Erdstöße ebenso gut in den Gruben, als an der Oberfläche, manchmal aber ist es schon begegnet, daß die Bergleute von Erdstößen erschreckt zu Tage fuhren, während man oben keine Erschütterung gespürt hatte, und umgekehrt wurden schon öfter an der Oberfläche Erdstöße wahrgenommen, die im Inneren der Bergwerke nicht bemerkt worden waren.

Die Wirkung der Erdbeben auf den Boden ist ziemlich mannichfaltig. §. 1026.
Die meisten Erdstöße gehen ohne Spuren vorüber, während die heftigeren fast allgemein Spaltungen des Erdbodens veranlassen. Meistens zeigen diese Spalten (Fig. 378) eine mehr oder minder lineare Form, während in anderen Fällen sie strahlenförmig auseinanderlaufen und tiefe Schlünde

Fig. 378.



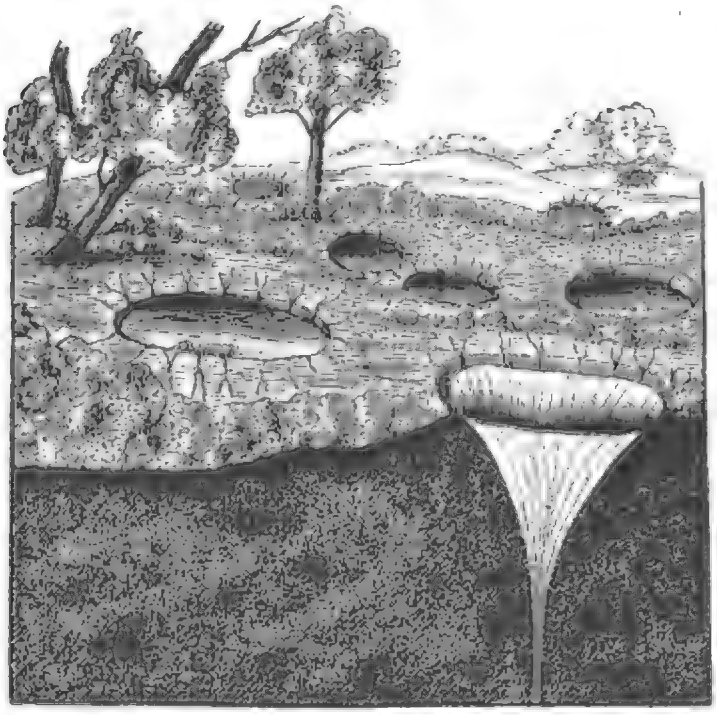
Erdspalten, durch Erdbeben hervorgebracht.

und selbst trichterförmige Kessel bilden, welche dann meistens kleineren Gas- und Wasserausbrüchen als Ausweg gedient haben. Man hat nach

dem Erdbeben von Calabrien Spalten beobachtet, die mehr als eine halbe Stunde Weges Länge hatten, bis zu 100 und mehr Fuß Breite und manchmal selbst 100 und mehr Fuß Tiefe erreichten. In vielen Fällen blieben die Lippen der Spalte durchaus in demselben Niveau, in anderen Fällen aber zeigte sich eine bedeutende Ungleichheit durch Hebung der einen oder Versenkung der anderen Lippe bedingt. So erzählt man, daß bei dem Erdbeben in Calabrien ein Thurm in zwei Hälften gespalten nnd die zwei Hälften so verrückt wurden, daß ein Unterschied von 15 Fuß in ihrem Niveau sich zeigte. In einzelnen Fällen hat man nicht nur solche beschränkte locale Effecte wahrgenommen, sondern selbst Hebungen ganzer Strecken Landes. Nach dem Erdbeben, welches am 20. November 1822 die Küste von Chili betraf, und in mehr als 1000 Meilen Ausdehnung gefühlt wurde, zeigte sich ein Küstenstrich von mehr als 100 englischen Meilen um mehr als 4 Fuß über sein ehemaliges Niveau gehoben. Die Strandlinie war deutlich zu erkennen durch die noch anhängenden Schalthiere, Tange und Algen und in dem granitischen Gesteine der Küste zeigten sich lange parallele Spalten, welche oft wie mit einem Messer geschnitten schienen und sich meilenweit in gerader Linie verfolgen ließen. Es verdient diese Combination in Hervorbringung gerader, scharfgeschnittener, paralleler Spalten, verbunden mit plötzlicher Hebung eines plötzlich ausgedehnten Landstriches eine besondere Aufmerksamkeit, indem sie auf die Ursache und Entstehung der Spalten und der Erzgänge einiges Licht wirft.

§. 1027. Die Beziehung der Erdbeben zu den vulcanischen Erscheinungen tritt am deutlichsten hervor in jenen Ausbrüchen von Gasen, brennenden Luftarten, von Wasser und Schlamm, sowie in den minenartigen Explosionen, die fast mit allen größeren Erdbeben vergesellschaftet erscheinen. Bei dem Erdbeben von Cumana beobachtete man wahre Springbrunnen, welche aus allen Quellen und gegrabenen Brunnen hervorbrachen; bei Aquila in den Abruzzen sah man nach einem Erdbeben sehr große trichterförmige Löcher, welche Wasser und Steine bis zu bedeutender

Fig. 379.



Die trichterförmigen Erdlöcher in Calabrien.

Höhe geschleudert hatten. Nach dem Erdbeben von Calabrien fand man mehre Ebenen mit runden, trichterförmigen Löchern bedeckt (Fig. 379), die bis zu 8 Fuß Durchmesser hatten, und theilweise leer, theilweise mit Wasser gefüllt waren. Im Missisippithale im J. 1812 wurden heiße Dämpfe ausgestoßen; im Magdalenenthale (November 1827) durch Ausbrüche von kohlensaurem Gase fast alle in Erdhöhlen lebenden Thiere erstickt, und sogar die weidenden Heerden bedeutend beschädigt. Rauch und Flammen will man während der Erdbeben von Lissabon, Calabrien und Cumana aus der Erde haben hervorbrechen sehen, und bei dem Erdbeben von Riobamba wurde aus den zahllosen Spalten, über welchen sich kleine fortschreitende Kegel erhoben, ein sonderbarer zersetzter schlammiger Tuff ausgestoßen, der zugleich Kieselpanzer von Infusorien und eine solche Menge fein zertheilter Kohle enthält, daß er als Brennmaterial benutzt werden kann. Die Entstehung dieses eigenthümlichen, mit dem Namen Moya belegten Stoffes ist noch nicht gehörig ermittelt.

Eine sehr häufige Folge der Erdbeben ist endlich das Hervortreten §. 1028.
neuer Vulcane an Orten, wo früher keine solche bestanden. Wenn schon die gewöhnlichen vulcanischen Ausbrüche, welche aus bereits geöffneten Schlünden hervorgehen, Erschütterungen des Bodens bewirken, so ist dies noch mehr zu erwarten in denjenigen Fällen, wo die explodirenden Gewalten sich einen neuen Ausweg suchen, und erst durch bedeutende Anstrengungen die Erdrinde durchbrechen müssen. Allen in geschichtlicher Zeit entstandenen Vulcanen, mögen sie nun, wie die Inseln Sabina und Julia aus dem Meere aufgestiegen, oder wie der Jorullo und der Monte Nuovo auf dem festen Lande sich erhoben haben, gingen langwierige Erschütterungen voraus, die mit Entstehung des neuen Vulcanes endeten. Die Entstehungsweise dieser Vulcane selbst werden wir später am geeigneten Orte betrachten.

Die **gasförmigen Producte**, welche im Momente des Ausbruches §. 1029.
erscheinen und auch in den Perioden der Ruhe meist in relativ geringerer Menge entbunden werden, sind sehr mannichfaltiger Art und sehr verschieden nach den verschiedenen Vulcanen. Der Wasserdampf bildet zwar immer den wesentlichsten Bestandtheil dieser gasförmigen Producte; er ist aber häufig mit anderen Gasen geschwängert und reißt in seiner Zertheilung eine Menge von Salzen und anderen Stoffen mit sich, welche dann an den Ausströmungsstellen der Gase meist sich ansetzen.

In den Vulcanen der Anden entwickeln sich im Allgemeinen keine salzsauren Dämpfe, sondern nur Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, der durch Verbrennen schweflige Säure bildet. In den europäischen Vulcanen

ist ebenfalls die Entbindung von schwefliger Säure und Schwefelwasserstoff neben der stets vorkommenden Salzsäure etwas sehr Gewöhnliches, sowie die Reduction dieser Gase und der Absatz des Schwefels in den Spalten und Rissen. Die Kohlensäure gewinnt meist erst in späteren Zeiten das Uebergewicht über die anderen Gase, wenn der Vulcan ausgestorben ist, und man hat sogar bemerken wollen, daß eine Art von Succession der einzelnen Gase stattfände, indem anfangs, in der Periode der größten vulcanischen Thätigkeit, besonders Salzsäure entbunden würde, später, bei Abnahme dieser Thätigkeit, mehr schweflige Säure und endlich nur noch Kohlensäure. Wir werden bei den ausgestorbenen Vulcanen auf diesen Gegenstand zurückkommen.

§. 1030. Ausgezeichnet erscheinen durch den Säuregehalt ihrer Dämpfe die Vulcane der Sundainseln, die von Java insbesondere. Genauere Untersuchungen verdienen hier noch angestellt zu werden, indem außer Salzsäure auch Schwefelsäure in so großer Menge in dem entbundenen Wasserdampfe enthalten scheint, daß dieser förmlich ätzende Wirkungen besitzt. Die Gesteine der Vulcane selbst werden durch diese sauren Dämpfe überall angegriffen und so in ihrer Structur zerstört, daß bei jedem Ausbruche ungeheure Massen dieser zersetzten Gesteine in Gestalt von Schlammströmen ausgeworfen werden, welche ihrer sauren Beschaffenheit wegen eine noch weit zerstörendere Wirkung haben, als alle anderen vulcanischen Ausbruchströme. Weite Landstrecken sind in dieser Weise in Java nicht nur verwüstet, sondern auch die Vegetation auf ungemeine Strecken hin im Umkreise dieser Ausbrüche gänzlich durch die sauren Dämpfe und Platzregen zerstört worden.

§. 1031. Die Sublimation von Stoffen aller Art mit Hülfe dieser gasförmigen Bestandtheile der vulcanischen Producte verdient eine wesentliche Berücksichtigung. Es ist leicht begreiflich, daß Stoffe wie Schwefel, Salmiak und andere Salze mit flüchtigen Basen, welche man in großer Menge in den Spalten und Rissen der vulcanischen Gesteine sammelt und namentlich auch in den Rissen der Laven nach heißen Tagen selbst unter den Augen des Beobachters sich ansetzen sieht, aus den heißen Bestandtheilen heraus sublimiren können; — man hat aber, von chemischen Grundsätzen ausgehend, behaupten wollen, Salze mit feuerbeständiger Basis, wie Kochsalz, Gyps, Chloreisen, die man ebenfalls in den Spalten der Laven findet, könnten unmöglich durch Sublimation abgesetzt sein. Bedenkt man aber, daß die Sublimation der Vulcane unter ganz anderen Verhältnissen, als in den trocknen Retorten der Laboratorien vor sich geht, so wird man auch anerkennen müssen, daß hier ganz andere Resultate erhalten werden können. Die Sublimation der Vulcane geschieht nicht in trocknem, feurigem Flusse, sondern unter der Einwirkung eines gewaltig erhitzten Stromes von Wasserdampf, der unter einem be-

deutenden hydrostatischen Drucke sich befindet. Man hat bemerkt, daß selbst die feuerbeständigsten Stoffe schon bei völlig ruhigem Verdampfen von wässerigen Lösungen mit dem Dampfe fortgerissen und weithin mitgetragen werden; wenn bei ruhigem Verdampfen eine schon merkbare mechanische Molecularaction stattfindet, wie vielmehr muß eine solche wässerige Sublimation unter den angeführten Verhältnissen der Vulcane an Ausdehnung gewinnen! Es kann demnach keinem Zweifel unterworfen sein, daß alle jene so mannichfachen Mineralstoffe, welche wir in den Spalten und Klüften der noch thätigen wie der erloschenen Vulcane finden, durch solche Sublimation, bei welcher der Wasserdampf als Vehikel eine bedeutende Rolle spielte, fortgeführt wurden.

Spürt man den Erscheinungen, welche durch die Entbindung von §. 1032.
Dämpfen aus den Vulcanen bedingt werden, etwas weiter nach, so zeigt sich, daß hier noch ein weites Feld zu Untersuchungen offen steht. Wir sehen, daß diese Mengen von Wasserdampf, beladen mit schwefligen, salzigen, sauren Bestandtheilen, mit fixen und flüchtigen Stoffen, die flüssigen Gesteinsmassen unter hohem Drucke durchsetzen, durch die Klüfte und Risse des Vulcanes hindurch sich in die Atmosphäre entbinden. Hier muß aber eine bedeutende chemische Wechselwirkung stattfinden, da hier erst die Producte mit dem Sauerstoffe der Luft in Berührung kommen, hier erst bedeutende elektrische Entladungen durch die Entbindung des Wasserdampfes stattfinden, hier erst die Dämpfe durch Abkühlung sich niederzuschlagen beginnen. Die wesentlichsten chemischen Processe werden demnach an den Berührungspunkten der sublimirenden Dämpfe mit der atmosphärischen Luft, an den Wänden und Lippen der Spalten und Klüfte vor sich gehen und als deren Resultat der Absatz, die Sublimation so vieler Stoffe und ihre Fixirung gerade an diesen Berührungspunkten erscheinen.

Die elektrischen Erscheinungen, welche in der Dampf- und §. 1033.
Aschenwolke der Vulcane sich zeigen, können als eine nothwendige Folge der Entladung so vieler Dämpfe angesehen werden und fehlen deshalb niemals. Alle aufmerksamen Beobachter sprechen von den Blitzen, welche schlängelnd aus der Aschensäule und der Wolke herausfahren und meist sogar eine Richtung von außen nach innen gegen die Aschensäule hin haben. Ebenso haben die meisten Zeugen das Rollen und Krachen des Donners in der vulcanischen Wolke sehr wohl von dem Getöse und Gebrülle im Inneren des Berges unterscheiden können. Bei einem Ausbruche des Vulcanes Katlagia in Island am 17. October 1755 wurden sogar mehre Menschen und Pferde durch den Blitz der vulcanischen Wolke erschlagen.

Die Entfernung, bis zu welcher die größeren Schlackentrümmer §. 1034.
aus dem Krater geschleudert werden, giebt schon ein besseres Maß der vulcanischen Kraft ab, als die noch so zweifelhaften, schwankenden Phänomene

der Elektricität. Die vulcanischen Bomben, wie man diese großen Blöcke zuweilen nennt, finden sich in der Umgebung der Krater des Vesuv und Aetna bis zu bedeutenden Entfernungen; auf der Somma, deren halbkreisförmiger Kamm etwa 2000 Meter von dem Mittelpunkte des Kraters des Vesuv absteht, trifft man eine Menge eckiger Schlackenstücke, die offenbar Auswürflinge des Kraters sind, und zuweilen bis zu zwei Metern Durchmesser haben. Man behauptet selbst, daß solche Blöcke, die in 4000 Metern Entfernung vom Krater liegen, an ihrer jetzigen Lagerstätte niedergefallen seien. Berechnet man für die auf der Somma liegenden Blöcke die Höhe, bis zu welcher sie über den Gipfel geschleudert werden mußten, um in 2000 Metern Entfernung niederzufallen, so ergiebt sich daraus eine Höhe von 1200 Metern für die Schlackengarbe, aus welchen diese vulcanischen Bomben hervorbrachen. Von anderen Vulcanen erzählt man selbst noch viel auffallendere Kraftäußerungen. So soll der Eyafiälla Jökul in Island Blöcke bis auf zwei Stunden Entfernung, der Cotopaxi in den Anden sogar eine Masse von 100 Cubikmetern in eine Weite von drei Stunden Weges geschleudert haben — Beispiele, die indeß noch sehr der Bestätigung bedürfen. Man hat sich derselben bedienen wollen zur Unterstützung der Hypothese, welche die Meteorsteine aus dem Monde ableiten wollte, indem man aus der verhältnißmäßigen Größe der Kratergebirge im Monde auch auf eine weit größere fortschleudernde Kraft derselben schließen wollte. Es erscheint indessen sehr unwahrscheinlich, daß die kraterförmigen Gebirge des Mondes je Schlacken und sonstige Trümmer ausgeworfen haben und bedenkt man, daß eine Initialgeschwindigkeit der vulcanischen Bombe, welche 5mal derjenigen einer Kanonenkugel beim Austritte aus dem Rohre gleichkommen würde, noch nicht hinreicht, um eine vulcanische Bombe aus dem Bereiche der Anziehung des Mondes zu schleudern, so ersieht man leicht, daß die bezeichnete Hypothese nicht stichhaltig sein kann. Im Allgemeinen zeigen sich bei den Ausbrüchen besonders dann große vulcanische Bomben, wenn der Vulcan lange geruht und der Krater sich so durch die erkaltende Lava verstopft hat, daß eine plötzliche sehr bedeutende Kraftentwickelung dazu gehört, denselben wieder zu eröffnen. So bildete vor der pompejanischen Eruption der Krater des Vesuv eine Ebene, in welcher Bäume wuchsen, Heerden weideten und Spartacus das Heer der Sclaven campiren ließ; — man findet jetzt die Bäume auf den Gehängen des Berges in den Schichten des Bimssteintuffes, bei großen Blöcken, die ohne Zweifel damals den Krater verstopften und hervorgeschleudert wurden.

§. 1035. Die Quantitäten feiner Asche, welche aus den Kratern ausgeworfen werden, sind oft ungeheuer. Bei dem furchtbaren Ausbruche des Tomboro auf der Insel Sumbava, im Osten von Java, ward ein

englischer Kreuzer ausgeschickt, um Erkundigungen einzuziehen. Das Schiff sah am zwölften April in der Ferne eine dunkelgefärbte Wolke, die beim Herannahen eine röthliche Färbung annahm und bald den ganzen Himmel überzog. Um elf Uhr Morgens war das Schiff unter der Wolke und der Aschenregen begann, der um Mittag schon so dicht wurde, daß vollkommene Finsterniß eintrat und man die Hand vor den Augen nicht sehen konnte. So dauerte der Aschenregen den ganzen Nachmittag und die Nacht durch bis um sieben Uhr des anderen Morgens, mithin 19 Stunden lang ohne Aufhören. Das Schiff war fußhoch mit einer dicken Lage feiner grauer Asche bedeckt, die sich so sehr zusammengesetzt hatte, daß eine Pinte 12¾ Unzen wog und man die Quantität, welche man abschaufelte und in das Meer warf, auf mehre Tonnen schätzte. Und doch befand sich zu dieser Zeit das Schiff in einer Entfernung von mehr als hundert Seemeilen vom Vulcane selbst! Ein malayisches Schiff, welches noch während der Dauer der Ausbrüche in der Nähe des Tomboro landete, fand den Boden bis zu drei Fuß Höhe mit Asche überlagert und das Meer war in einer Entfernung von mehren Meilen mit einer zwei Fuß mächtigen Bimsstein- und Aschenschicht bedeckt, welche auf dem Wasser schwamm und das Schiff in seinem Laufe anhielt. — Im Jahre 1822 wurde bei einer heftigen Eruption der ganze Aschenkegel des Vesuv, in dessen Mitte die Krateröffnung sich befand, in die Luft geschleudert; die Asche fiel so dicht, daß man um zwei Uhr Nachmittags die Laternen in Resina anzünden mußte. Ein großer Theil der Kastanienwälder an dem Fuße des Vesuv wurde durch die dichte Aschenbedeckung zerstört und die Bäume getödtet. — Der Vulcan Cossimina in Guatimala hat zu verschiedenen Zeiten ungeheure Aschenmassen ausgeworfen und zwar bis in unglaubliche Entfernungen hin. Die Asche von ihm fiel bis in Jamaica, das 230 Seestunden von dem Vulcane entfernt ist und in einer den Passatwinden entgegengesetzten Richtung liegt. Da nun zur Zeit des Ausbruches die Passatwinde wirklich herrschten, so ist es wahrscheinlich, daß die Asche so hoch in die Atmosphäre geschleudert wurde, das sie in den entgegengesetzten Luftstrom der höheren Luftschichten und von diesem gen Jamaica geführt wurde. Das angeführte Beispiel vom Tomboro beweist ebenfalls die weite Wegführung der vulcanischen Asche, wenn sie gehörig fein ist und vom Winde getragen wird — es fiel die Asche bis auf Punkte der Insel Sumatra, die 300 Seestunden vom Tomboro entfernt sind. — Der Aetna schleuderte im Jahre 1329 seine Asche bis nach Malta; im verflossenen Jahre will man sogar auf den Orcaden Asche des letzten Ausbruches haben fallen sehen; der Vesuv überschüttete im Jahre 1794 ganz Calabrien und der St. Vincent auf den Antillen schleuderte in einer Entfernung von 30 Seemeilen, der herrschenden Richtung der Passatwinde

entgegen, so viel Asche auf Barbados, daß mitten am Tage vollkommene Nacht eintrat. Bei dem Ausbruche des Vesuv im Jahre 1839 fiel ein ziemlich bedeutender Rapilliregen in der nächsten Umgebung des Vesuv, der eine dreieckige Fläche von einer deutschen Meile Basis und $2\frac{1}{2}$ Meilen Höhe überdeckte und eine Schicht von 1 Zoll Mächtigkeit im Durchschnitt bildete. Nach diesen Angaben betrug die Menge der ausgeworfenen Schlacken und Aschenmassen 58 Millionen Cubikfuß, die einen Kegelberg von 1213 Fuß Basis und 153 Fuß Höhe hätten bilden können. Der Monte Nuovo, einer der bedeutendsten aufgeschütteten Kegel, hat etwa 22mal mehr Masse und da die Augenzeugen der Eruption des Monte Nuovo alle von einer ungeheuren Aschenquantität reden, der erwähnte Ausbruch aber nur ein sehr unbedeutender war, so kann die Bildung des Monte Nuovo aus aufgeschütteten Massen nicht verwundern.

§. 1036. Durch die Aufschüttung dieser losen Aschen- und Schlackenmassen in der Umgegend der Ausbruchsstelle bilden sich sowohl die Hauptaschenkegel der vulcanischen Krater, als auch die kleinen parasitischen Aschenkegel, welche auf den Gehängen der Vulcane sich überall zeigen, wo ein seitlicher Ausbruch stattgefunden hat. Bei der Bildung der Spalten, durch welche die Lava nach den Seiten hin ihren Ausweg nimmt, sowie bei dem Durchbruche des Hauptkraters werden die Lippen der Spalten oder trichterförmigen Oeffnungen gehoben und in der Mitte durchrissen, und auf diesem erhobenen Boden schütten sich nun die Materialien, die Schlacken, Bimssteine und Aschenmassen auf, welche aus dem Krater in die Höhe geschleudert werden. Schon dadurch, daß diese Massen senkrecht in die Luft abgeschossen werden, muß sich eine conische Form des Aufgeschütteten hervorbilden, indem die größte Menge der Trümmer wieder senkrecht herabfällt, also auf die Auswurfsöffnung selbst und in deren Umkreis, während weiter hin nur wenige Schlacken fallen und somit die Menge des Aufgeschütteten um so geringer wird, je weiter man sich von der Mündung entfernt. Ebenso viel als die genannte Ursache trägt die unzusammenhängende Natur der Schlacken- und Aschenmassen zu der Bildung eines Kegels bei, indem diese beim Fallen ein gewisses Gehänge annehmen, dessen Winkel um so größer ist, je größer und eckiger die Fragmente sind. Da diese Fragmente nun von allen Seiten herabfallen, so geschieht es etwa wie mit Sand, den man durch einen Trichter fallen läßt, und der sich auf dem Boden wieder kegelförmig aufschichtet. Die Kegel, welche auf diese Weise von den Vulcanen aufgeschüttet werden, haben meist eine etwas unregelmäßige elliptische Form, indem die Richtung des Windes bei ihrer Aufschüttung sehr dazu beiträgt, einen bedeutenderen Fall von Materialien nach einer Seite hin zu veranlassen; ihre Gehänge wechseln, je nach der Form und Natur der aufgeschütteten Massen und nach der Art und Höhe

des Falles, zwischen 18^0 — 40^0, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, wo die Böschungswinkel mancher solcher vulcanischen Kegel verzeichnet sind.

	Grad des Winkels.	
Der Monte Nuovo auf der Seite nach Puzzuoli hin	18	§. 1037.
Der Mosenberg, vulcanischer Kegel in der Eifel (südl. Gehänge)	18	
Schlackenkegel auf dem südlichen Gehänge des Vesuv, im Jahre 1794 aufgeschüttet	20	
Der Kamm des Schlackenkegels der Camaldoli am südlichen Fuße des Vesuv gegen Torre del Greco hin	22	
Feine Rapilli, auf welchen man, beim Einpflanzen der Fersen, von der Casa Inglese nach dem Val del Bove hinabsteigen kann	23	
Dasselbe Gehänge weiter oben, wo ein Lavastrom nur einzelne verstreute Schlacken zurückgelassen hat	24	
Südöstliches Gehänge des Mosenberges in der Eifel	25	
Schlackenkegel im Südosten des Vesuv, entstanden 1760	27	
Die Monti Rossi bei Nicolosi am Aetna	28	
Der obere Aschenkegel des Vesuv, vom Hafen von Neapel aus gemessen	30	
Die Punta del Palo (höchste Spitze des Vesuv), von dem westlichen Theile der Somma aus	32	
Der obere Aschenkegel des Aetna nach Nordwesten hin	32	
Der Krater des Puy de Pariou, beim Puy de Dôme	32	
Der Kegel des Vesuv, südlich von dem Lavadurchbruche v. 1834	33	
Der Monte Elce, ein parasitischer Eruptionskegel am Aetna	37	
Untermeerische Böschung der Insel Julia	40^0 55	
Die steilsten Stellen der Kegel des Vesuv, des Pico de Teyde, des Pichincha und Jorullo	40—42	

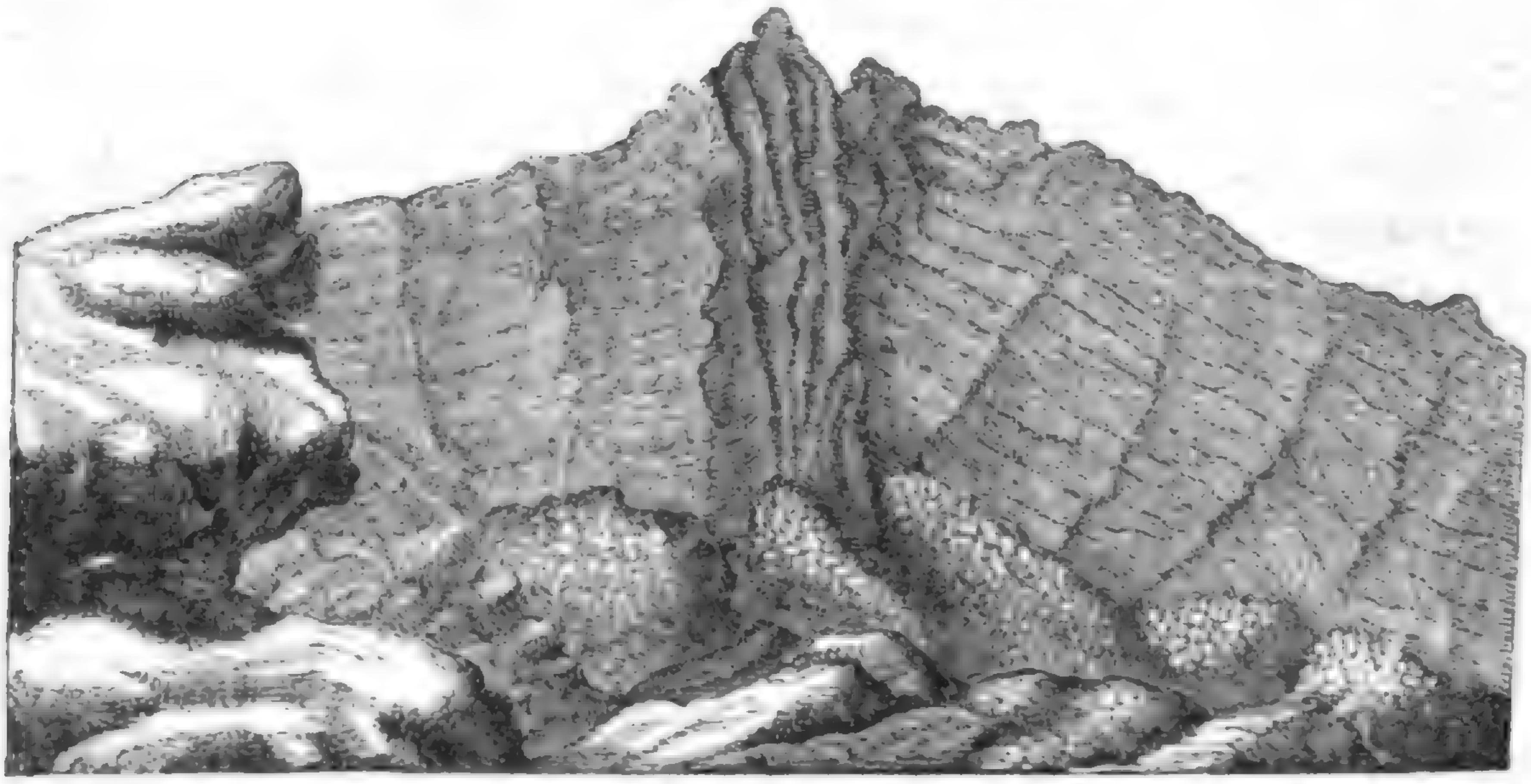
Es ergiebt sich aus der Natur der Sache, daß diese Eruptionskegel eine äußerst unbeständige Erscheinung sind, welche bei jedem Ausbruche entstehen und verschwinden können. Je höher der Berg, desto größer ist meist die Zahl der kleineren parasitischen Kegel, welche auf dem Hauptberge aufsitzen wie Warzen auf einer Nase; der Aetna ist mit solchen parasitischen Auswurfskegeln rundum übersäet, da die meisten seiner Ausbrüche aus Spalten erfolgen, welche in den Seiten des Berges entstehen und nur selten aus dem oberen Hauptkegel. Auf dem Vesuv im Gegentheile sind die parasitischen Kegel eine Seltenheit; die geringe Höhe des Berges läßt leicht den mittleren Hauptschlund eröffnen. §. 1038.

Der mittlere Eruptionskegel, in welchem bei den meisten thätigen Vulcanen die Oeffnung des Kraters sich befindet, wechselt natürlich mit jedem Ausbruche bedeutend. Zuweilen wird er nach langer Ruhe bei heftiger §. 1039.

Eruption gänzlich in die Luft geschleudert, oder er stürzt zusammen und in den Krater hinein; in anderen Fällen wieder schüttet er sich bedeutend auf. Man hat ein Maß dieser Veränderungen, namentlich von solchen Orten aus, wo man nur die Spitze des Aschenkegels oder nur einen Theil desselben sehen kann, indem manchmal nach Ausbrüchen der Vulcan durchaus von dem Horizonte der Bewohner solcher Localitäten verschwindet oder aber bedeutender hervortritt. So verschwand nach dem großen Ausbruche des Aetna im Jahre 1769 der Vulcan aus dem Horizonte vieler Städte Siciliens; der Aschenkegel war eingestürzt und ein ungeheurer weiter, trichterförmiger Schlund führte in den Krater. Nach und nach schüttete sich dann bei folgenden Ausbrüchen der Kegel wieder auf. Vom Vesuve werden ähnliche Wechsel erzählt.

§. 1040. Bedeutende Veränderungen in der Form der Eruptionskegel werden durch die Art des Ausbruches der Lavaströme bedingt, indem diese theils aus Spalten, welche die Kegel zerreißen, hervorbrechen, theils über den Rand der trichterförmigen Mündung ausfließen und dort sich in die aufgeschüttete Schlackenmasse einfressen. Die Eruptionskegel, welche Lavaströmen zum Auswege gedient haben, sind deshalb entweder quer durch oder in der Mehrzahl der Fälle auf der einen Seite ihres Umfanges gespalten und nach innen zugänglich. Solche Spalten bleiben nach dem Ausbruche mit Lava ausgefüllt, und es zeigt sich so oft in den Eruptionskegeln eine sehr complicirte Bildung, indem die nach allen Seiten hin parallel mit der Böschung abfallenden Schichten von aufsteigenden Gängen neuerer Lava durchbrochen sind. Die beifolgende Figur bietet die natur-

Fig. 380.



Ausgefüllte Eruptionsspalte auf dem Kraterplateau des Vesuv.

getreue Skizze eines halbeingestürzten Eruptionskegels auf dem Kraterplateau des Vesuv, dessen stehengebliebene Hälfte von einem senkrechten

Lavagange durchsetzt ist, welcher sich bei der Erkaltung schichtenförmig abgesondert hat und dadurch sehr wohl gegen die nur wenig aufgeworfenen Schichten des Eruptionskegels bemerklich wird.

Das äußerst häufige Vorkommen solcher Gänge in allen älteren Lavaschichten, in allen neueren Aschen- und Schlackenlagern zeigt, daß das Durchbrechen der Lava durch solche Risse und das Erfüllen derselben eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist. Bei dem Abtragen eines Vulcanes, wie des Aetna z. B., würde man, da die meisten Spalten eine von dem Hauptkrater ausstrahlende Richtung haben, eine sternförmige Figur von im Mittelpunkte zusammengestellten senkrechten Platten (den mit compacter Lava ausgefüllten Gängen) erhalten, zwischen welchen die aufgehäuften Aschen- und Schlackenschichten, sowie tiefer unten die durch den Durchbruch der vulcanischen Massen aufgehobenen älteren Schichten sich fänden. Man würde in der Nähe dieser Lavagänge oder Platten meist die Schichten erhoben, aufgerichtet, geknickt finden; an anderen Stellen aber auch nur einfach durch Dehnung zerrissen und die Lava in die Rißstelle ergossen, wie flüssiges Wachs in alle Zwischenräume eindringend. Alle diese Verhältnisse, welche sich theilweise an der gegebenen Figur erkennen lassen, wo ebenfalls die Schichten, welche den Eruptionskegel bilden, sanft gegen den Lavagang hin gehoben sind, sind an vielen Stellen der Somma, des Val del Bove &c. ausgeprägt und liefern hier die wesentlichsten erklärenden Beispiele derjenigen Erscheinungen, welche man bei älteren eruptiven Gängen wahrnimmt. Wie ungemein groß der hydrostatische Druck sein muß, unter welchem sich die Lava aus dem Boden hebt, geht aus der Berechnung der Höhen hervor, bis zu welchen sie sich in manchen Vulcanen über die Meeresfläche erhoben hat. Die Vulcane der Anden haben meistens keine Lava geliefert, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil die Lava in ihnen nicht über die Basis hinaussteigen konnte, auf welcher sie ruhen; der Aetna hat in den meisten Fällen sich gespalten und den Druck nicht ausgehalten, welchen die Lava ausgeübt haben würde, wenn sie bis zu seinem 4200 Meter hohen Gipfel sich erhoben hätte; in einigen Fällen indeß ist die Lava wirklich aus dem Krater selbst ausgeflossen, der etwa die Höhe der Basis erreicht, auf welcher die Andenvulcane ruhen. Die größte Höhe, bis zu welcher je die Lava sich erhoben hat, soll nach Erman der Vulcan Klutscheff in Kamtschatka darbieten, aus dessen, 4700 Meter über der Meeresfläche gelegenem Krater sich ein Lavastrom ergossen hat. Bedenkt man, daß die Lava in heißem Zustande ein specifisches Gewicht hat, das wenigstens dreimal so groß ist, als dasjenige des Wassers, so ergiebt sich daraus ein ganz ungeheurer Druck, indem der Druck einer Atmosphäre dem Drucke einer Lavasäule von zehn Fuß Höhe gleich ist. §. 1041.

Die Hitze, welche die Lava bei ihrem Austreten aus den Spalten und §. 1042.

Kratern zeigt, scheint wesentlichen Schwankungen unterworfen zu sein. In manchen Fällen zeigt sie sich vollkommen weißglühend; in anderen scheint nur noch Rothglühhitze vorhanden. Nach Versuchen, welche Humphry Davy am Vesuv anstellte, schmolz ein Kupferdraht von $^1/_{20}$ Zoll Durchmesser, ein Silberdraht von $^1/_{30}$ Zoll Durchmesser in demselben Augenblicke, wo er in die Lava gesteckt wurde, während ein Eisendraht von $^1/_{20}$ Zoll Durchmesser nicht schmolz und auch nicht verbrannte. Die Hitze der Lava war sicherlich bedeutender, als die Rothglühhitze des Eisens; denn von einem Stücke Blei, welches in zwei gleichgroße Theile getheilt wurde, schmolz der eine Theil in 4 Minuten vollständig auf der Lava, während der andere zum Schmelzen auf rothglühendem Eisen 8 Minuten Zeit bedurfte. Einen Maßstab für die Hitze eines Lavastromes kann auch der Umstand abgeben, daß eine Glocke, welche bei der Zerstörung von Torre del Greco im Jahre 1794 in die Lava fiel, nicht gänzlich schmolz, sondern nur theilweise, indem das Zink flüssig wurde, während das Kupfer als Skelett der Glocke ungeschmolzen zurückblieb. Man kann gegen diese ursprüngliche Hitze der Lava nicht die Thatsache anführen, die vollkommen richtig ist, daß man Bäume, Holz und andere brennbare Substanzen unversehrt, nur verkohlt, unter Lavaströmen wiedergefunden habe; das Nichtverbrennen dieser Substanzen ist einzig dem Umstande zuzuschreiben, daß die Lava dieselben bedeckte und dem zum Verbrennen nöthigen Sauerstoff der Luft den Zutritt absperrte.

§. 1043. Das **Fließen der Lavaströme** selbst an der freien Luft bedarf einer genaueren Betrachtung, indem es den wesentlichsten Einfluß auf das Verhalten derselben beim Erkalten ausübt. Die Lava selbst scheint beim Zutritt der Luft nicht stärker zu glühen oder gar zu brennen, ebenso wenig absorbirt sie Sauerstoff; sie fließt langsam oder schnell, in breiterem oder schmälerem Strome, je nach den Gehängen, welche sie antrifft, so lange, bis ihre Erkaltung oder der Mangel an Gefäll ihrer Bewegung Halt gebietet. Um genauere Anhaltspunkte zu haben, setzen wir den Fall, daß ein größerer Lavastrom aus dem Kegel eines Vulcanes bei *a* hervorbricht und bis an das Meer sich ergießt, wie dies Fig. 381 in einem Schema darstellt. Der Strom findet zuerst bei *b* eine bedeutende Böschung, über

Fig. 381.

Längendurchschnitt eines Lavastromes.

welche er wie ein Wildbach mit bedeutender Schnelligkeit herabstürzt, so daß, nach von Buch's Ausdrucke, er nur wie ein rother Faden an dem Kegel hinabrieselt. Die Schlackentheile, welche auf solchen Gehängen von 18 — 40 Grad Neigung hängen bleiben, bilden dann nur unzusammenhängende Flocken und Lappen, deren innere Structur faserig lang gezogen, sehr aufgeblasen und unregelmäßig ist, gleichsam wie wenn man von der Masse einige Stückchen abgerissen hätte.

Trifft nun der Strom weiter unten bei *c* auf weniger geneigte Böschungen, so verliert er diese anfängliche Schnelligkeit; durch die Ausstrahlung seiner Wärme hat er sich mit einer oberflächlichen Decke überzogen, deren äußere Fläche schon ganz erstarrt ist, während die innere Fläche noch jene weiche, breiige Dehnbarkeit besitzt, welche die Laven vor dem Erkalten annehmen. Diese Rinde bietet ein Hinderniß für die Fortbewegung; sie bildet oftmals einen Sack, einen Damm, welchen die Lava beim Fortschreiten durchbrechen muß und auf beiden Seiten des Stromes bleibt sie zurück wie ein Längsdamm, wie die Moräne eines Gletschers, und zeugt von der Höhe, welche der Strom beim Fließen einnahm. Es entsteht so eine Art Kampf zwischen dem flüssigen Strome und der erstarrten Rinde, die den ersteren zurückhält; die Rinde biegt und reißt überall, wird zerworfen, durcheinander gewühlt, und bietet dann jene wilde Rauhigkeit dar, welche die unter dem Namen Cheires bekannten Ströme zeigen, die meistens auf Böschungeu von 3 bis 5 Graden Neigung flossen. Wie es scheint, sind gerade diese Neigungen am geeignetsten, eine recht rauhe Cheire hervorzubringen, weil die Lava auf solchen Neigungen nicht zu sehr an Schnelligkeit verliert und doch hoch genug anschwellen kann, um eine Mächtigkeit zu erreichen, welche ihrer Kraft den größten Nachdruck giebt.

Auf geneigten Flächen endlich von weniger als drei Graden, bei *e*, verliert die Lava sehr von ihrer Bewegungsgeschwindigkeit; die Rinde wird fester, nicht mehr so zerworfen; die Oberfläche weniger rauh und bald hält die Lava entweder in ihren eigenen Dämmen eingeschlossen oder vom Meere, *f*, aufgehalten, gänzlich an und erkaltet in diesem Zustande. Meist bedarf es zu diesem gänzlichen Aufhalten der Lavaströme eines Gefälles von weniger als zwei Graden; ja der größte Lavastrom der geschichtlichen Zeit, der im Jahre 1783 am Fuße des Skaptar Jökul in Island ausbrach, floß nur auf Gehängen von 30 Minuten im Durchschnitt. Bei diesem Erkalten auf dem Platze ohne Bewegung nehmen die Laven eine prismatische Säulenform an, ganz derjenigen ähnlich, welche die Basalte zeigen, und die wir bei diesen näher betrachten werden. Jedenfalls beweisen die prismatischen Säulenabsonderungen, welche man bei alten und neuen Laven am Vesuv und Aetna mehrfach sieht, sowohl in der unmittelbaren Nähe des Meeres, als auch in einiger Entfernung davon, daß

eben diese Absonderung und Säulenbildung weder durch die Zusammensetzung, noch durch die Einwirkung des Meerwassers auf die Lava, sondern lediglich durch die sehr langsame Erkaltung derselben bedingt werde, besonders wenn der Lavastrom eine bedeutende Mächtigkeit erreicht hat. Am schönsten wird dies durch die Art und Weise bewiesen, wie die Lavagänge, welche im Inneren des Berges, fern von aller Berührung mit dem Meere erkalten, ebenfalls eine prismatische Structur annehmen; nur sind die Prismen hier horizontal, indem sie in rechtem Winkel auf den Erkaltungsflächen, d. h. den Wänden der Spalte aufruhen, während bei den Lavaströmen die Prismen vertical stehen, da die Erkaltungsflächen oben und unten horizontal sich ausdehnen.

§. 1044. Die nachfolgende Tabelle liefert zu den eben entwickelten Verhältnissen die beobachteten Zahlen. Man hat dabei alte und neue Laven vereinigt gelassen.

Gefälle einiger Lavaströme.

Bezeichnung der Ströme.	Grade u. Minuten des Gefälles.	Gefälle auf einen Meter.
Allgemeines Gefälle der vom Skaptar Jökul in Island im Jahre 1783 ausgespieenen Lavaströme, die sich in den Thälern von Skaptaa und Hversfisfliot 8 Myriameter weit ergossen haben	30′	0,0087
Gefälle des Simetothales oberhalb Aderno, wo der alte sehr dicke und prismatische Lavastrom, welcher das Thal durchsetzt, aufgehalten wurde	44′	0,0128
Gefälle des Simetothales an dem Orte, wo die prismatische Lava v. 1603 sich ausgebreitet hat	48′	0,0139
Gefälle des unteren Theiles der Lava von 1832, die oberhalb Bronte anhielt	54′	0,0157
Gefälle des Siouletkales, an dem Orte, wo die Lava des Puy de Louchadière unterhalb Pont Gibaux anhielt und eine basaltische Gestalt annahm, weniger als	1° 00	0,0175
Lava des Vesuv vom August 1834, von dem Wege unterhalb des Casino des Prinzen Ottajano bis zum Ende	1°45	0,0306
Der Arso auf der Insel Ischia, Strom von 1301, äußerst unregelmäßig; die Lavablöcke sind oft wie Druidensteine aufgerichtet . .	1°50	0,0320
(Dasselbe Gefälle haben mehre sehr zerworfene La-		

Bezeichnung der Ströme.	Grade und Minuten des Gefälles.	Gefälle auf einen Meter.
vaströme; der von 1832 am Aetna; der vom Bellerberg bei Mayen auf dem linken Rheinufer u. s. w.)		
Gefälle des Strandes von Torre del Greco, auf dem der 7 bis 8 Meter mächtige Lavastrom in prismatischen Säulen erstarrt ist . . .	2°00	0,0349
Die Cheire des Puy de Dôme vom Camp des Chazaloux, bis bei Pont-Gibaux	2°11	0,0381
Gefälle des Bodens von einem Punkte ½ Stde. unterhalb Torre di Grifo, auf dem Wege nach Nicolosi, bis zum Meere	2°42′	0,0472
Gefälle des Bodens, vom Flecken Nicolosi bis zum Meere	2°47′	
(Diese Gehänge sind stärker, als dasjenige des Lavastromes von 1669, der über diesen Boden hinströmte.)		
Der Lavastrom in seinem östlichen Arme, an seinem Austrittspunkte aus den Monti Rossi .	2°58′	0,0518
Die zellige Feldspathlava von Nieder-Mendig in der Eifel, die als Mühlstein ausgebeutet wird	3°00	0,0524
Allgemeines Gefälle des Stromes von 1669 von dem Austrittspunkte an den Monti Rossi bis zum Meere	3°01′	0,0527
(Auf dieser ganzen Strecke bildet die Lava eine äußerst geworfene und zerklüftete Cheire.)		
Die basaltische Lava, am Fuße des Mosenberges in der Eifel, in einer Länge von 300 Metern	3°06′	0,0542
Der Lavastrom vom J. 1631 am Vesuve, der auf dem alten Strande von la Scala rohe Säulen gebildet hat, 8 bis 10 Meter mächtig ist und in seinem oberen Theile die Rauhigkeit einer Cheire zeigt	3°11′	0,0556
Allgemeines Gefälle der basaltischen Lava des Hoch-Simmer, bis zu dem Ende des Stromes bei Mayen, weniger als	4°00	0,0699
Die letzten 2300 Meter des Lavastromes, der im Jahre 1794 Torre del Greco verwüstete . .	4°04′	0,0711
(Die Lava ist sehr zerworfen und zeigt Erweiterungen und Verengerungen, je nach dem		

Bezeichnung der Ströme.	Grade und Minuten des Gefälles.	Gefälle auf einen Meter.
Verhältnisse des Gefälles, wo dieses abnimmt und zunimmt.)		
Der Lavastrom von 1551, von dem Meere bis zu einem tausend Meter oberhalb Resina gelegenen Punkte auf dem Wege nach dem Salvatore	4°21′	0,0761
Der Lavastrom von 1767 am Vesuv an seinem Austrittspunkte am Fosso Grande	4°53′	0,0851
Gefälle des Piano del Lago bei der Casa Inglese, am Fuße des Aetnakegels	6°00′	0,1051
(Die Lava, welche hier an der Casa Inglese vorbeiströmte, bildet eine sehr zerworfene Cheire, die nur in den trichterförmigen Höhlungen, welche sie sich ausgrub, eine Mächtigkeit von höchstens 1 Meter erreichte. Der Durchschnitt dieser mächtigeren Schichten ist gewellt und die Masse bis tief in's Innere schlackig.)		
Allgemeines Gefälle des Lavastromes von 1794 am Vesuv, von seinem Austrittspunkte bis zu dem Meere, auf einer Länge von 4600 Metern	6°32′	0,1145
Die Lava des Puy de Pariou (südlicher Arm, von la Baraque bis bei Font-More . . .	6°41′	0,1172
Allgemeines Gefälle der Cheires im Grunde des Val del Bove	7°00′	0,1228
Lavastrom des Aetna von 1832, an dem Orte, wo er wie ein enger Sturzbach über die Gehänge des Bosco herabströmte	8°00′	0,1408
Die sehr zerworfenen Cheires, die vom Fuße des Kegels des Vesuv über die Piane geströmt sind	7° — 10°	0,1228 — 0,1763
Lavastrom des Vesuv von 1794 zwischen seinen oberen und unteren Mündungen. (Es ist nur ein sehr zerworfener und sehr schmaler Fetzen von Schlackenrinde zurückgeblieben.) . . .	14°00′	0,2493
Lavastrom des Val del Bove, bei dem kleinen Krater Boccone de Lunegi, der nur eine dicke Schicht von Schlacken und zwei Schlackenwälle zu beiden Seiten zurückgelassen hat .	24°	0,4452

Bezeichnung der Ströme.	Grade und Minuten des Gefälles.	Gefälle auf einen Meter.
Lavaströme von 1832 und 1834, die auf den Gehängen des Kegels vom Vesuv nur unzusammenhängende Schlacken und seitliche Schlackenwälle zurückließen	30^0 — 35^0	0,5774 — 0,7002.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Lavaströme sich vorwärts bewegen, muß natürlich einerseits von der Flüssigkeit ihrer Masse, andererseits von dem Gefälle abhängen und von der Quantität, welche der Strom bietet. Es zeigen sich demnach hier die größten Verschiedenheiten: die Lava, welche im Jahre 1805 aus dem Krater des Vesuv hervorschoß, erreichte in Zeit von drei Stunden das Ufer des Meeres, durchlief also in gerader Linie einen Weg von 7000 Metern; nach Hamilton soll ein Strom im Jahre 1776 am Vesuv 2000 Meter in 14 Minuten durchlaufen haben; ein anderer, nach de la Torre, nur 800 Meter in einer Stunde; der Lavastrom, der als majestätischer Strom von 1200 Fuß Breite im J. 1842 gegen Bronte hinfloß an dem Aetna, legte in der Stunde 1750 Fuß zurück. In der letzten Zeit des Fließens, wo die Masse schon in einen gewissen breiigen Zustand übergegangen ist, beträgt das Vorrücken oft nur höchstens einen Fuß im Tage. — Im Allgemeinen ist die Schnelligkeit der Lavaströme demnach nicht sehr groß und die Möglichkeit der Rettung für lebende Wesen ziemlich leicht, zumal da in vielen Fällen man sogar über einen fließenden Lavastrom ohne Gefahr hinüber gelangen kann, weil die erstarrte Kruste den flüssigen Kern deckt. Die Nonnen eines Klosters in Torre del Annunziata retteten sich auf diese Weise über die erstarrte Decke eines Lavastromes, welcher die Gebäude zerstörte. §. 1045.

Die Dimensionen der Lavaströme bieten große Verschiedenheiten dar, §. 1046.
die von der ausgespieenen Masse der Flüssigkeit und dem Gefälle des Bodens abhängen. Je stärker die Bodenneigung, desto schmaler ist der Lavastrom, desto geringer seine Mächtigkeit bei sonst gleicher Masse; je schwächer das Gefälle wird, desto mehr breitet sich der Strom aus, indem er zugleich anschwillt und sich erhebt. Man kann deshalb bei größeren Lavaströmen leicht aus den abwechselnden Erweiterungen und Verengerungen des Bettes auf selbst geringe Abweichungen des Gefälles schließen. Der größte Lavastrom des Aetna, der vom Jahre 1669, hat an einigen Stellen eine Dicke von 100 Fuß und eine Breite von $1^1/_2$ geographischen Meilen. Die beiden aus dem Skaptar Jökul im Jahre 1783 ergossenen Ströme, die nach entgegengesetzter Richtung geflossen sind, zeigen an manchen Stellen eine Mächtigkeit von 600 Fuß und ihre beiden Endpunkte liegen 20 geographische Meilen von einander, bei einer Breite von drei geographischen

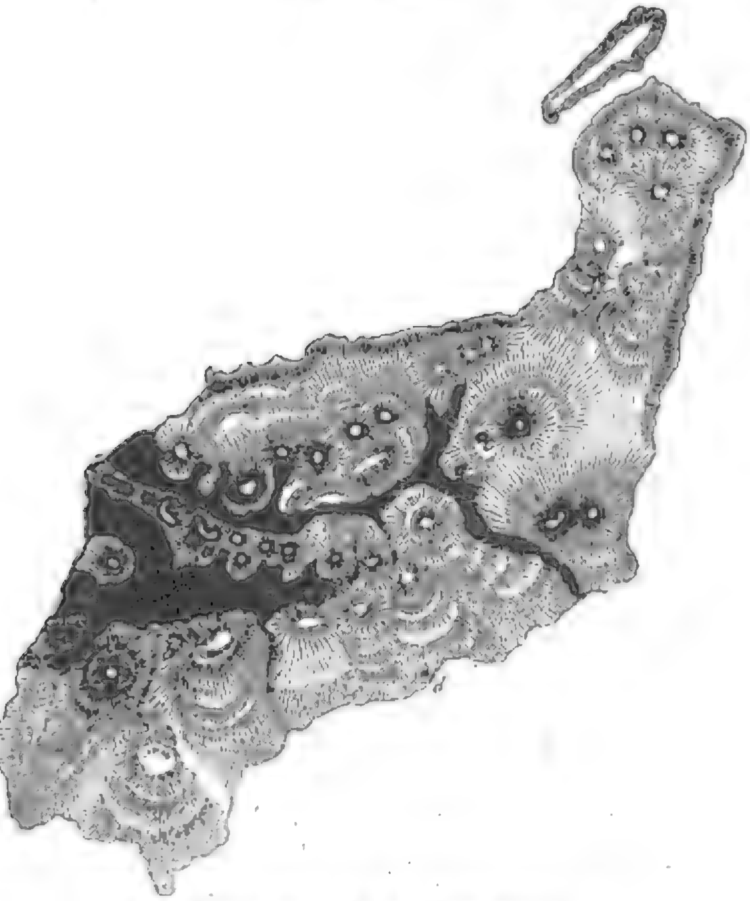
Meilen. Man hat aus diesen und ähnlichen Daten berechnet, daß es bis jetzt, in der jetzigen geologischen Epoche, noch keinen Lavastrom gegeben habe, welcher ein Volumen von 1,000,000000 (einer Milliarde) Kubikmetern erreicht hätte.

§. 1047. Die chemischen Processe im Inneren der Lavaströme dauern noch lange nach dem gänzlichen Erkalten derselben fort, und namentlich gehören dahin die Entbindung von Wasserdampf aus den Ritzen und Spalten, sowie die Sublimation von Salzen, welche innerhalb der Masse fortdauert. Die Lava entwickelt bei weitem mehr Wasser, als der Boden enthalten kann, auf welchem sie fließt; sie muß diesen Gehalt demnach schon aus dem Krater mit heraufbringen und erst nach und nach denselben entbinden. Ist es dann ein Wunder, daß so viele vulcanische und eruptive Gesteine Wasser enthalten?

Zur Vervollständigung der hier gegebenen allgemeinen, die gleichsam normalen vulcanischen Erscheinungen betreffenden Auseinandersetzungen, geben wir hier noch als Anhang einige Notizen über besondere, gleichsam abnorme vulcanische Ausbrüche, welche über mehre geologische Phänomene Licht zu werfen bestimmt sind.

§. 1048. Der vulcanische Ausbruch, welcher im Jahre 1730 die Insel Lancerota (Fig. 382) verwüstete, hat insofern etwas Eigenthümliches, als dort nie ein eigentlicher, kegelförmig erhobener Vulcan existirte, sondern einer der ungeheuersten Lavaströme, welchen man in historischen Zeiten beobachtete, aus einer Spalte hervorbrach, welche quer die Insel durchsetzte. Auf dieser Spalte erhoben sich von Distanz zu Distanz kleine Kegel, Krater mit sternförmigen Rissen, von denen der bedeu-

Fig. 382.



Karte der Insel Lancerota.

a. Montagna di Fuego. *b*. Yaiza. *c*. Teguize. *d*. Porto di Navo.

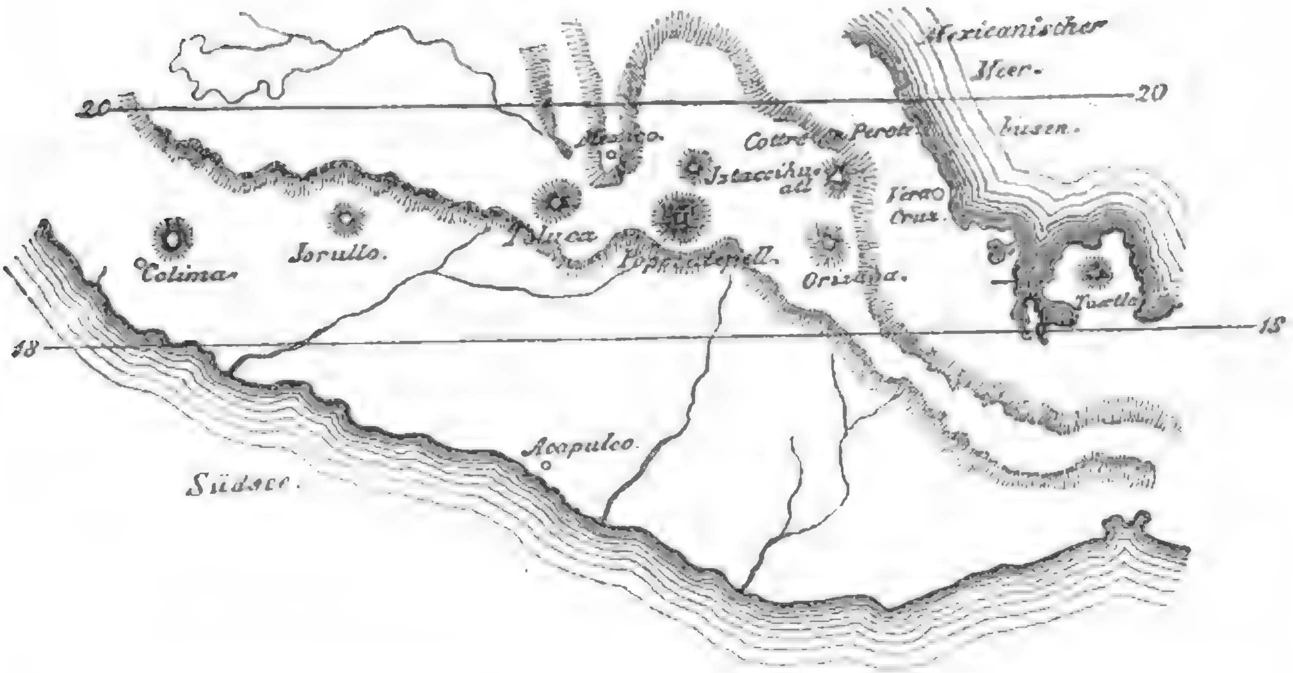
tendste, la Montagna di Fuego (*a*) genannt, noch jetzt Wasserdampf und Efflorescenzen in den Rissen ausströmen läßt. Die Augenzeugen des Ausbruches, besonders der Pfarrer von Yaiza (*b*), das dem Centrum des Ausbruches gerade gegenüber liegt, erzählen, daß am 1. September 1730 die Erde sich plötzlich öffnete und ein ungeheurer Berg sich erhob, der 19 Tage hindurch Flammen spie. Am Fuße dieses Ausbruchskegels bildete sich ein Krater, der einen Lavastrom ergoß, welcher anfangs wie Wasser, später nur wie Honig floß. Am 17. September erhob sich ein gewaltiger Felsen unter Donnern aus der Erde und lenkte die Lava, die nach Norden floß, nach Nordwesten ab. Am 11. October brach ein Lavastrom aus, der in Fällen nach dem Meere strömte und sich in dasselbe ergoß. Am 18. October neuer Ausbruch mit ungemeinen Mengen von Asche und Rapilli's, Entbindung pestilenzischer Gase, welche das Vieh tödteten, dann wieder Ruhe vom 30. October bis 1. November. Mit dem Aschenausbruche wurde keine Lava ausgespieen. So ging die Geschichte mit wiederholten Ausbrüchen und kurzen Perioden der Ruhe fort; im Juni 1731 bedeckte sich der ganze Strand mit einer unglaublichen Menge todter Fische und im Nordosten brach aus dem Meere eine hohe Aschen- und Flammensäule, die, wie es scheint, auf dem Ausbruche einer neuen Insel beruhte, welche wieder verschwand. Beim Beginne des Jahres 1732 verließen die unglücklichen Bewohner die Insel, aber erst im Jahre 1736 hörten die Ausbrüche auf. Ganz Lancerota besteht aus mächtigen Schichten von Basalt und Tuffconglomerat, und durch diese Schichten machte sich die vulcanische Thätigkeit mittelst einer Spalte Luft und bedeckte fast ein Drittel der Insel mit Lava. Die Bevölkerung ist nur gering; Teguize (*c*) ist der Hauptflecken und Porto di Navo (*d*) fast der einzige Landungspunkt, da sonst fast überall die Basaltschichten steile Uferklippen bilden.

Der Ausbruch des Jorullo in Mexico verdient besondere Berücksich- §. 1049.
tigung wegen der wohlconstatirten Erhebung des Landes in Form einer Blase, die noch jetzt als schildförmige Basis existirt, auf welcher die vulcanischen Eruptionskegel ruhen. Die Landenge von Mexico ist, wie die beiliegende Karte zeigt (s. Fig. 383 a. f. S.), quer durchschnitten durch eine Reihe von Vulcanen, die alle so ziemlich auf einer und derselben Linie zwischen dem 18. und dem 20. Grade nördlicher Breite liegen und von denen der Popocatepetl der bedeutendste ist. Nach 60tägigem beständigen Erdbeben erhob sich in einer Entfernung von 36 Stunden von dem Meere, mitten auf einer reichen, von zwei Flüssen bewässerten Ebene ein Vulcan, der Jorullo, dessen Erscheinung die wohlbebauten Pflanzungen in ein Land der Verwüstung umwandelte. Der Ausbruch geschah am 29. September 1795, einige Zeit nach dem furchtbaren Erdbeben von Lissabon; — die Ebene im Umkreise von einer Fläche dreier Quadratmeilen, aus mer-

9*

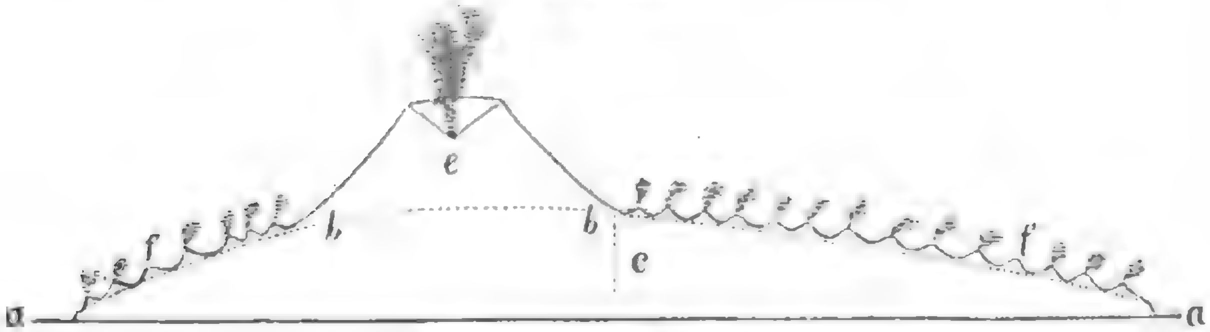
Fig. 383.

Mexicanische Vulcane.



geligen Schichten bestehend, blies sich wie ein weiter Schild auf, dessen Rand durch eine Spalte von dem horizontal bleibenden Boden getrennt und über demselben in einer Höhe von 8—10 Metern stehen blieb. Um auf das erhobene Land, welches jetzt das Malpays genannt wird, zu

Fig. 384.



Durchschnitt des Jorullo.

a. Die Ebene los Pastos. *b. b.* Curve der blasenförmigen Erhebung des Malpays. *c.* Verticale Erhöhung dieser Ebene = 170 Meter. *e.* Der Kegel des Jorullo mit dem Krater. *f.* Hornito's auf dem erhobenen Malpays.

gelangen, muß man also einen Einschnitt in diesem senkrechten, 8 Meter hohen Absturze suchen. Man gelangt nun auf eine fast regelmäßig gekrümmte Fläche, die in der Mitte nabelförmig erhoben ist und hier eine Höhe von 170 Metern über dem horizontal gebliebenen Lande von los Pastos hat. Die ganze schildförmige Erhebung hat, der Ausdehnung ihrer Basis wegen, nur ein sehr geringes Gefälle, so daß sie für das Auge sogar zu schwach wird und ihm als Ebene erscheint, während durch Nivellirung erst die wahren Verhältnisse aufgefunden werden können. Die

Natur der Schichten, aus welchen diese schildförmig erhobene Basis besteht, ist vollkommen dieselbe, wie diejenige des umgebenden horizontalen Landes; sie sind durchaus nicht von Auswürflingen des Vulcanes gebildet. Der Schild selbst scheint hohl im Inneren; zahlreiche Spalten durchziehen den Boden, aus welchen beim Besuche Alexander von Humboldt's sich noch Wasserdampf entwickelte; der Fluß Cuitamba, der früher vor der Erhebung des Berges die Ebene bewässerte, verliert sich jetzt auf dem östlichen Rande des Schildes in einer Spalte und erscheint am westlichen wieder in Gestalt von heißen Quellen, die nicht weniger als 62° Wärme besitzen. Auf dem ganzen Umkreise der schildförmigen Erhebung steht eine große Menge kleiner, 3 bis 4 Meter hoher Kegel, welche die Eingeborenen hornito's oder Oefen nennen, und aus welchen damals noch sich Wasserdampf entband. Diese Hornito's bestehen aus basaltischen Sphäroiden, von einem Fuß bis zu einem Meter Durchmesser, welche durch eine mergelige, thonige Masse zusammengebacken sind und auf diese Weise außerordentlich kleine Eruptionskegel darstellen. Die Basaltsphäroide zersetzen sich allmählich unter dem Einflusse der sauren Dämpfe in einen schwärzlichen eisenhaltigen Thon mit gelben Flecken. In der Mitte des erhobenen Landes, etwas nach der Seite hin, erhebt sich nun der gewaltige Kegel des Jorullo, umgeben von mehren kleineren Eruptionskegeln, die nach einer Linie gerichtet sind, so daß eine Spalte ihnen zum Grunde zu liegen scheint. Auf dem Kegel des Jorullo findet sich der Krater, leicht eingefressen auf der einen Seite durch einen gewaltigen Lavastrom, welcher sich aus ihm ergossen und eine basaltische schwärzliche Lava geliefert hat, die innerlich sehr compact, außen schlackig ist und beinahe 200 Meter Dicke an ihrem Ursprunge hat, mithin nur als dicker Brei an die Oberfläche gekommen zu sein scheint. In der Lava selbst sind zerklüftete Stücke von Syenit eingebacken, der hier die Basis der Anden bildet, aber nicht an der Oberfläche des Malpays erscheint, so daß er mithin von der Lava aus der Tiefe gebracht wurde.

Der Jorullo bietet somit das beste und bestimmteste Beispiel der Entstehung eines Vulcanes in einem ebenen Lande, wo durch die Gewalt der vulcanischen Dämpfe die Erdschichten so erhoben wurden, daß sie ringsum zuerst sich von dem horizontal bleibenden Theile abrissen, dann aufgebläht wurden und endlich barsten, um nun den vulcanischen Gebilden, den Dämpfen, Aschen und der Lava einen Ausweg zu verschaffen. Wie ungeheuer aber die Gewalt dieser Erhebung sein mußte, geht aus der Ausdehnung des erhobenen Landes hervor, nnd sicher würde die schildförmige Basis noch höher aufgebläht sein, wenn die Mergelschichten, welche gehoben sind, größeren Widerstand gegen das Zerreißen hätten leisten können.

§. 1050. Eine merkwürdige Inselgruppe bietet in dem griechischen Archipelagus die Insel Santorin (s. Taf. V. Fig. 385) mit den kleineren Inseln Therasia, Aspronisi und mehren inneren, Kaimeni genannten Inselchen. Die Insel Santorin (Thera im Alterthume) bildet eine halbmondförmige Insel, deren innerer Rand ein steiler, fast senkrechter Absturz von 240 Metern (750 Fuß) ist, während nach außen hin die Gehänge sanft unter die Meeresfläche einschießen. In der Oeffnung des Halbmondes liegen in der Fortsetzung seiner Krümmung zwei kleinere und weit weniger hohe Inseln, Therasia und Aspronisi, welche ebenfalls einen steilen Absturz nach innen, sanft geneigte Böschungen nach außen bieten. Diese drei Inseln zusammen bilden auf diese Weise eine ovale innere Bucht, deren Wände ringsum steil und senkrecht sind, deren Tiefe an vielen Stellen und zwar ganz nahe am Lande bis zu 300 Metern beträgt, was beweist, daß die Höhe der Wände etwa zu 500 Metern im Durchschnitte erwachsen mag, und deren längerer Durchmesser in runden Zahlen 10,000, der kürzere 6000 Meter beträgt. Im Allgemeinen bestehen die Ränder dieser ungeheuren eirunden Vertiefung, die etwa 1700 Fuß Tiefe und mehr als drei Stunden im Umkreise haben würde, wenn sie nicht vom Wasser größtentheils bedeckt wäre, aus nach allen Seiten hin abfallenden Lagern von trachytischen Tuffen und Conglomeraten, zwischen welchen deutliche Schichten geflossener Laven sich finden; die Oberfläche der Inseln selbst wird von einer ungeheuren Ablagerung trachytischen Conglomerates von weißer Farbe gebildet, mit Ausnahme des südlichen Theiles, wo Eleusis und der Eliasberg, die aus metamorphischen Gesteinen, körnigem Kalk und Schiefern bestehen.

§. 1051. In der Mitte der Vertiefung erheben sich mehre kleine Inseln, die verbrannten (Kaimeni) genannt, welche durch vulcanische Kraft aus dem Boden gehoben wurden und nun an der Oberfläche des Wassers kleine vorstehende Felspartien bilden. Diese Inseln (s. Taf. V. Fig. 386) bestehen aus einem braunen, festen, glasigen Trachyte, sehr verschieden von demjenigen, welcher die äußeren Schichten bildet. Hier und da sind sie bedeckt von weißem Bimsstein. Die Geschichte der allmählichen Erhebung dieser inneren Trachytmassen ist deswegen besonders lehrreich, als hier ohne Zweifel der Trachyt nicht durch Aufschüttung in die Höhe kam, da nie ein förmlicher Ausbruch stattfand, sondern er allmählich mit Perioden größerer Aufregung aus der Tiefe stieg und noch die Austern und andere Schalthiere auf sich trug, die auf ihm befestigt waren, als er den Boden des Meeres bildete. Im Jahre 233 v. Chr. wurde in Folge eines äußerst heftigen Erdbebens nach Plinius' Bericht die Insel Therasia von Santorin, das damals Thera hieß, getrennt; im Jahre 196 v. Chr. erschien in der Mitte des Golfes, in welchem früher keine Insel vorhanden gewesen war,

der Trachytkopf der Paläo-Kaimeni (*f*) ohne bedeutende Erscheinungen, wie es scheint, in Folge langsamer gradueller Erhebung. Das Jahr 19 v. Chr. sah eine neue Insel erscheinen, die nur etwa 250 Schritte von der ersten entfernt war und wahrscheinlich mit derselben sich vereinigte; die Jahre 726 und 1427 nach Chr. wurden zu fortdauernder Vergrößerung von Paläo-Kaimeni benutzt. Im Jahre 1573 entstand Mikri-Kaimeni (*d*), zwischen 1707 und 1709 endlich bildete sich Neo-Kaimeni (*e*) unter einer merkwürdigen Folge von Erscheinungen, an einer Stelle, die vorher 400 Fuß Tiefe zeigte. Die Insel bestand zuerst aus zwei Theilen, einer weißen Insel, die aus einem einzigen Blocke ungemein leichten und porösen Bimssteines zusammengesetzt war, und einer schwarzen, von zahlreichen Felsen brauner Trachyte gebildet, die langsam, ohne Erschütterung, Getöse oder Flammen aus dem Meere aufstiegen, und noch Austern auf ihrer Oberfläche trugen. Allmählich erhitzte sich nach Vereinigung der beiden Inseln unter fortdauernder Erhebung derselben das Wasser und endlich entstand auf dem Hügel ein Krater, der Flammen, Aschen, Laven ausspie und längere Zeit tobte, so daß er im Jahre 1712 noch nicht völlig beruhigt war. In diesem Augenblicke erhebt sich zur Seite von Mikro-Kaimeni eine neue Insel; vor 30 Jahren war an der auf dem Durchschnitte (Fig. 386 *c*) bezeichneten Stelle der Grund erst in 15 Faden Tiefe zu finden; im Jahre 1830 fanden sich nur 3½—4 Faden und im Jahre 1835 nur noch 2 Faden Tiefe, so daß dort jetzt eine für größere Schiffe gefährliche Klippe sich befindet und jeden Augenblick die Erscheinung der neuen Insel über der Meeresfläche zu erwarten ist.

In dieser ganzen Geschichte der Insel Santorin fällt namentlich der Umstand auf, daß nur zu einer geringen Zeitepoche ein wahrer vulcanischer Krater auf dem Trachyte in der Mitte des Golfes bestand, sonst aber alle successiven Erscheinungen der Inseln durch allmähliches Emporsteigen des trachytischen Meeresbodens ohne Eruptionen, Lava und Aschenausbrüche vor sich gingen. In welchem Zusammenhange diese Hebungen des mittleren Trachytkernes mit dem weiten Circus, in welchem sie sich befinden, stehen, werden wir später bei den Erhebungskratern betrachten.

Während die Erhebung von Santorin offenbar den ursprünglichen tra- §. 1052.
chytischen Meeresboden an die Oberfläche brachte und somit nicht aus der Aufschüttung des Trachytes um einen Krater hervorgehen konnte, so sind im Gegentheile die jetzt öfters beobachteten Erscheinungen von vulcanischen Inseln im Meere wahre Ausbrüche untermeerischer Vulcane und die Inseln selbst das Resultat der Aufschüttungen von Schlacken und Aschenmassen, die auch meist bald vom Meere wieder zerstört werden. Am genauesten wurde der Ausbruch der Insel Ferdinandea oder Julia an der Ostküste von Sicilien, im Juli 1831, beobachtet und kann daher als

Beispiel einer solchen Entstehung dienen. Der Entstehung der Insel gingen Erdstöße und Erschütterungen während 4 Tagen voraus, mit lebhaftem unterirdischen Donner; das Wasser wurde heiß, eine Unzahl todter und betäubter Fische trieb an der ganzen Ostküste von Sicilien, besonders bei Sciacca an das Ufer. Endlich sah man mitten im Meere in einer Entfernung von etwa 12 Stunden von Sciacca und zwar auf einer Linie, die von den vulcanischen Gebilden dieser Gegend nach der ebenfalls vulcanischen Insel Pantellaria gezogen würde, leichte weiße Rauchwolken erscheinen, die allmählich dichter und dichter wurden und endlich im Inneren eine Aschengarbe zeigten, die bei Tage schwarz, bei Nacht leuchtend war. Die Ausbrüche erfolgten stoßweise und einige Zeit nach der Erscheinung der Aschengarbe erhob sich endlich die Insel, welche allmählich zu einem fast kreisrunden Hügel anschwoll, der ungleich hohe Ränder hatte, indem auf der nördlichen Seite die Höhe etwa 200, auf der südlichen nur 30 — 40 Fuß betrug. Die Insel selbst hatte ein Jahr nach ihrer Erscheinung einen Umfang von 700 Metern; der innere Krater war mit fast kochendem, durch Eisenchlorid gelb gefärbtem Wasser angefüllt; die Insel bestand aus einer losen Aufschüttnng pulveriger Massen und unzusammenhängender Schlackenfragmente, die bis zu 2 Fuß Volumen erreichten. Das Meer hat allmählich diese losen Massen unterwühlt, weggespühlt und im Jahre 1833 war keine Spur mehr davon vorhanden. Es zeigt sich aus diesem schnellen Verschwinden, sowie aus der Art der Zusammensetzung ein großer Unterschied mit den vulcanischen Centralkernen der Inselgruppe von Santorin, die ebenso fest dem Spiel der Wogen widerstehen, als alle anderen compacten Felsarten, eben weil sie nicht, wie die Jusel Ferdinandea und mehre ihtes Gleichen, aus losen Auswürflingen aufgeschüttet sind.

§. 1053. Die allmähliche Abnahme der vulcanischen Thätigkeit bedingt mancherlei eigenthümliche Erscheinungen, deren wir hier in der Kürze zu gedenken haben. Die erloschenen oder ausgebrannten Vulcane, welche in vielen Ländern sich vorfinden, hatten eine gewisse Eruptionszeit, nach deren Aufhören der Schlot sich allmählich verstopfte und die Communication mit dem Inneren insofern aufhörte, als keine festen oder feuerflüssigen Materien mehr ausgestoßen wurden, während im Gegentheile die Auswürfe von Gas, Wasserdampf, sowie die Sublimation gewisser Materien noch lange anhält und fortdauert. Die meisten dieser erloschenen Vulcane bilden sogenannte Solfataren, welche im Wesentlichen aus alten Kratern bestehen, in deren Innerem ein beständiger Absatz von Schwefel fortdauert, welcher aus der Zersetzung des Schwefelwasserstoffgases hervorgeht. Die Solfatare bei Neapel bietet eines der bekanntesten Beispiele eines solchen erloschenen Vulcanes dar; — der Boden des rundlichen Kratres

ist von unzähligen Spalten durchzogen, aus welchen Wasserdämpfe mit Schwefelwasserstoffgas geschwängert sich entbinden; durch den Zutritt der Luft wird das Schwefelwasserstoffgas, wie es scheint, zersetzt, und der reducirte Schwefel an den Wänden der Spalten abgelagert, und zwar in so großer Menge, daß er mit Vortheil ausgebeutet werden kann. Aehnliche Solfataren finden sich an einer Menge anderer Orte, ohne daß die Producte derselben immer die nämlichen blieben, wie denn auch bei den jetzt thätigen Vulcanen die ausgeworfenen Substanzen große Verschiedenheiten hinsichtlich ihrer Composition zeigen. Die Schwefelgruben der Insel Martinique, St. Vincent, sowie diejenigen des Pics von Teneriffa liefern hauptsächlich nur Schwefel, wie es scheint, mit etwas Salpetersäure gemengt, während in Armenien und Hochasien sich mehre solcher Schwefelgruben finden, in welchen zugleich Ammoniak in bedeutender Quantität entwickelt wird. An vielen Orten ist wahrscheinlich durch die vulcanische Action eine Zersetzung von Steinkohlenlagern in der Tiefe vor sich gegangen, und daraus eine beständige Entwickelung von brennbaren Gasen, namentlich Kohlenwasserstoffgas in verschiedenen Proportionen erzeugt worden. An den Ufern des kaspischen Meeres und des Baikalsee's haben diese beständigen Ausströmungen brennbarer Gase zu dem Glauben der Feueranbeter die unmittelbarste Veranlassung gegeben; und wenn hier die in der Tiefe fortdauernde vulcanische Action die Bildung von Gasen bedingt, so entquillt an anderen Orten die zersetzte, kohlenstoffige Materie dem Boden in der Form von Bergöl, Naphta und ähnlichen brennbaren Stoffen, welche aus der trocknen Destillation vegetabilischer Producte hervorgehen. An einigen noch jetzt thätigen Vulcanen will man in den ausströmenden Gasen einen deutlichen Geruch nach Naphta wahrgenommen haben.

In dem Großherzogthum Toscana finden sich auf dem alten vulcanischen Boden am Fuße der Apenninenkette eigenthümliche Reste vulcanischer Thätigkeit, welche einen Flächenraum von etwa 3 Stunden Durchmesser in der Umgebung von Castel nuovo einnehmen, und aus welchen man die großen Quantitäten von Borsäure gewinnt, welche von Toscana aus in den Handel gelangen. In dieser Gegend findet sich eine Menge von Spalten, aus welchen heißer, mit Borsäure beladener Wasserdampf hervorbricht, der eine Temperatur von etwa 150 Graden besitzt. An anderen Orten zeigen sich rundliche Vertiefungen und Pfützen mit zelligen Rändern, aus welchen Fumarolen aufsteigen, die ebenfalls Borsäure mitbringen und in dem Wasser aufgelöst zurücklassen. Man hat diese Wasserbehälter, in welchen die Borsäure entweder längs der zelligen Wände krystallisirt oder aber aufgelöst bleibt, Lagonien, die heißen Dampfquellen aber Sophionien genannt, und letztere sehr glücklich zur Erhitzung der Kessel benutzt, innerhalb welcher man das borsaure Wasser der Lagonien

(§. 1054 in margin beside the paragraph "In dem Großherzogthum Toscana")

abdampft. Außer der Borsäure entbindet sich noch in diesen alten Kratern Toscana's eine große Menge von Schwefelwasserstoffgas, welches hie und da kleine Krystalldrusen von Schwefel zurückläßt, und mit der Borsäure wird zugleich Gyps und Alaun in geringeren Quantitäten sublimirt. In dem erloschenen Krater von Volcano wird ebenfalls Borsäure, aber mit Realgar verbunden, abgesetzt und der Alaun ist ein sehr gewöhnliches Product aller älteren wie neueren Vulcane.

§. 1055. Bei der großen Rolle, welche der Wasserdampf in den vulcanischen Phänomenen spielt, kann es wohl nicht auffallen, daß heiße Quellen einer der gewöhnlichsten Reste vulcanischer Thätigkeit sind. Es wurde schon früher der Geiser auf Island und ihrer nahen Verbindung mit den Vulcanen dieses Landes gedacht. Obgleich außerordentlich durch die Höhe, bis zu welcher diese kieselhaltigen Dampfquellen emporgetrieben werden, stehen dieselben dennoch insofern nicht vereinzelt da, als in den meisten vulcanischen Gegenden heiße Quellen vorkommen, deren Gehalt an fremdartigen mineralischen Stoffen sie zugleich als Mineralquellen benutzen läßt. Wir werden später bei der Betrachtung der metamorphischen Erscheinungen nachweisen, daß diese Verbindung der Vulcane mit den Mineralquellen nur ein vereinzeltes Phänomen darstellt, und daß die meisten Mineralquellen sich an solchen Orten befinden, wo gewaltige Risse und Spalten des Bodens durch das Aufsteigen mineralischer Massen überhaupt bedingt wurden.

§. 1056. Die letzte Phase der vulcanischen Thätigkeit endlich beschränkt sich einzig auf die Entbindung von Gasen ohne Temperaturerhöhung, welche aus den Spalten der Erde stattfindet. In der Umgebung der Eifeler Vulcane, namentlich des Laachersee's, findet bloß noch diese Thätigkeit, aber in sehr bedeutendem Maße Statt, so daß an vielen Stellen kleinere Thiere in dem schwereren, zu Boden sinkenden kohlensauren Gas erstickt werden. Das Giftthal auf Java, die Hundsgrotte bei Neapel und mehre andere Localitäten dieser Art sind zu bekannt, als daß wir bedürften hier näher darauf einzugehen, so viel kann indessen bemerkt werden, daß dieses Ausströmen kohlensauren Gases nach approximativen Schätzungen weit bedeutendere Quantitäten liefert, als das Athmen sämmtlicher Thiere auf der Erde zusammengenommen.

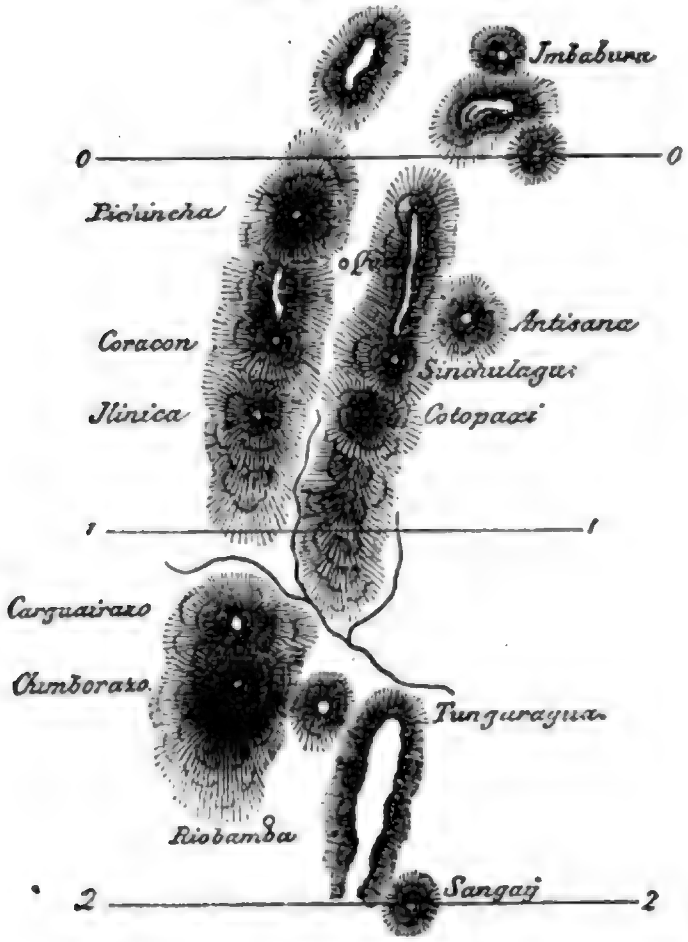
§. 1057. Die geographische Verbreitung der thätigen Vulcane auf der Erdoberfläche läßt im Ganzen zwei verschiedene Arten der Gruppirung derselben entdecken. Die einen derselben sind Central-Vulcane. Ihr Mittelpunkt wird von einem beständigen Vulcane gebildet, um welchen im Kreise herum eine Menge von secundären Ausbrüchen und Spalten entstehen kann, deren Erscheinung in nächster Beziehung zur Thätigkeit des Hauptvulcanes steht. Die Centralvulcane sind meistens

Trachyte, welche eine basaltische Umgebung durchbrochen haben. Primitive, ungeschichtete Gesteine finden sich meist nicht in ihrer unmittelbaren Nähe. Die Centralvulcane sind unabhängig von einander, auch wenn sie in ziemlich geringer Entfernung von einander liegen, während im Gegentheile andere, unter einander verkettete Vulcane in ihrer Thätigkeit eine wechselseitige Abhängigkeit zeigen. Leopold von Buch hat vorzüglich folgende Gruppen vulcanischer Thätigkeitsäußerungen als Centralvulcane bezeichnet: 1. Die liparischen Inseln mit dem fortwährend thätigen Stromboli als Mittelpunkt. 2. Der Aetna. 3. Der Vesuv mit den phlegräischen Feldern. 4. Island. 5. Die Azoren mit dem Pic von Pico als Mittelpunkt. 6. Die canarischen Inseln mit dem Pic de Teyde. 7. Die Inseln des Cap vert mit der Montagna di Fuego. 8. Die Gallopagos-Inseln. 9. Die Sandwich-Inseln mit dem Mouna Roa, der beinahe 13000 Fuß hoch unmittelbar aus dem Meere aufsteigt. 10. Die Marquesas-Inseln. 11. Die Gesellschafts-Inseln. 12. Die Freundschafts-Inseln. 13. Die Insel Bourbon. 14. Der Ararat und der Elbruz im armenischen Hochlande.

Die Reihen-Vulcane unterscheiden sich dadurch von den Central- §. 1058.
vulcanen, daß sie wie Schmiedeessen auf Spalten aufgestellt sind, welche sich zuweilen auf bedeutende Erstreckungen der Erdoberfläche hinziehen; 20, 30 und mehr solcher vulcanischer Kegel erheben sich über einer solchen Spalte der Erdkruste, deren Richtung sie durch ihre lineare Aneinanderreihung andeuten. Zuweilen befinden sich diese Spalten auf dem Rücken hoher gewölbartig emporgetriebener Bergketten, wie z. B. auf den Anden Südamerika's, wo die glockenförmigen Gipfel auf einer gemeinsamen Basis ruhen. In anderen Fällen zeigen sich die Reihenvulcane als längsgereihte Inselgruppen, deren Richtung das Streichen einer Bergkette auf dem benachbarten Festlande entspricht; in diesen Fällen scheinen die Reihenvulcane Spalten anzudeuten, welche nicht auf dem Rücken, sondern an dem Fuße dieser Bergketten sich hinziehen. Leopold von Buch hat bis jetzt folgende Gruppen von Reihenvulkanen aufgestellt: 1) Die Reihe der griechischen Inseln, welche eine schmale Bande darstellen, die von dem Vorgebirge Methone und der Insel Paros über Milo nach Santorin sich hinzieht. 2) Eine Reihe von Vulcanen, welche längs der Küsten von Westaustralien sich erstreckt. 3) Die Reihe der Sundavulcane, welche in Hinsicht ihrer Producte, sowie der Heftigkeit ihrer Ausbrüche die merkwürdigsten Vulcane der Erdoberfläche in sich begreift. 4) Die Reihe der Molucken und Philippinen, welche mit der Sundareihe und der australischen Reihe sich in einen Knoten vereinigt, den man gleichsam als den Mittelpunkt eines dreistrahligen Spaltensternes ansehen könnte. 5) Die Reihe der japanischen Inseln, welche sich in die Kurilen und die Halbinsel

Kamtschatka fortsetzen. 6) Die Reihe der Aleuten. 7) Die Marianen-Inseln. 8) Die Reihe der Vulcane von Chili. 9) Die Doppelreihe der Gipfel bei Quito. Es erscheint diese Doppelreihe, von welcher wir beistehend ein kleines Kärtchen (Fig. 387) geben, in Form zweier gewaltigen Höhenrücken, die über das Hochplateau der Thäler von Quito und Riobamba sich erheben. 10) Die Reihe der Antillen. 11) Die Reihe von Guatimala. 12) Die Reihe der Vulcane von Mexico, welche insofern eine Ausnahme von allen übrigen Reihen Vulcanen bilden, als sie die Axe der Gebirgskette quer durchschneiden, und fast genau in der Richtung von Ost nach West über die Landenge sich hinziehen, wie das beistehende Kärtchen (s. Figur 388) zeigt, während die der Landenge zu Grunde liegende Kette der Cordilleren im Allgemeinen von Süd nach Nord streicht

Fig. 387.



Vulcane der Anden bei Quito.

Fig. 388.

Mexicanische Vulcane.

Es geht aus den bisher angeführten Verhältnissen hervor, daß die Vul- §. 1059.
cane auf Rissen und Spalten der festen Erdkruste sich befinden, und daß ihr Ursprung, sowie die Herkunft ihrer Producte unterhalb dieser festen Erdkruste gesucht werden muß. Es existirt durchaus keine Beziehung zwischen der Zusammensetzung der Laven und den Gesteinen, welche durchbrochen worden sind, und die Isolirung der Centralvulcane zu einander, sowie die verschiedene Natur der Laven, welche für denselben Vulcan stets dieselbe bleibt, aber für zu gleicher Zeit thätige Vulcane verschieden ist, beweist, daß die Vulcane nicht aus einem einzigen inneren Reservoir gespeist werden. Wie wäre es möglich, daß ein einziges Reservoir für den Aetna z. B. und für das nahe gelegene Stromboli existirte, und daß in dem Aetna die Lava bis zu 10000 Fuß über das Meer emporgehoben würde, ohne über den fünfmal niedrigeren Kegel des Stromboli überzufließen? Man sieht also, daß in dem Inneren der Erde noch besondere Verhältnisse obwalten müssen, über deren nähere Anordnung wir außer Stande sind, Rechenschaft zu geben, und da wir die ersten mechanischen Bedingungen der Erscheinungen nicht kennen, so dürfte es durchaus unangemessen erscheinen, sich in weitere Speculationen über die Entstehung der vulcanischen Kraft im Allgemeinen einzulassen.

2. Die Trachytgebilde.

Aus dem Vorhergehenden schon kann geschlossen werden, daß die Un- §. 1060.
terscheidung zwischen erloschenen und noch thätigen Vulcanen eine durchaus unstatthafte sei, indem die Perioden von Ruhe, welche alle Vulcane zeigen, so allmählich in den Zustand der gänzlichen Erschöpfung übergehen, daß keine Gränze gezogen werden kann und andererseits wieder die Geschichte insofern trügerisch sein kann, als ein Vulcan, der Jahrhunderte lang ruhte und zu den ausgestorbenen gezählt wurde, plötzlich wieder aufbrechen und eine neue Periode der Thätigkeit beginnen kann. Es wurde deshalb vorgezogen, die eigentlich geologische Betrachtung der einzelnen Vulcane in mineralogischer Ordnung durchzugehen, um so mehr, als bei dieser Anordnung zugleich ein engeres Verhältniß zwischen den ursächlichen Phänomenen nnd den Producten derselben hervorgeht. Man kann nämlich im Allgemeinen als Grundsatz festhalten, daß Vulcane während der gesammten Periode ihrer Thätigkeit stets nur Producte von einer und derselben Beschaffenheit geliefert haben, obgleich man auf der anderen Seite diesen Grundsatz nicht so verstehen darf, als wenn man dadurch eine absolute Identität aller Producte eines Vulcanes behaupten wollte; es zeigen sich im Gegentheile in den Laven sowohl wie in den Schlackenauswürfen leichte Unterschiede, sowohl durch die Aggregation als auch durch

das verschiedene Verhältniß der zusammensetzenden Bestandtheile bedingt. Allein diese Unterschiede betreffen nicht die wesentliche Zusammensetzung der Producte, welche stets zu derselben Gruppe von Gesteinen gehören.

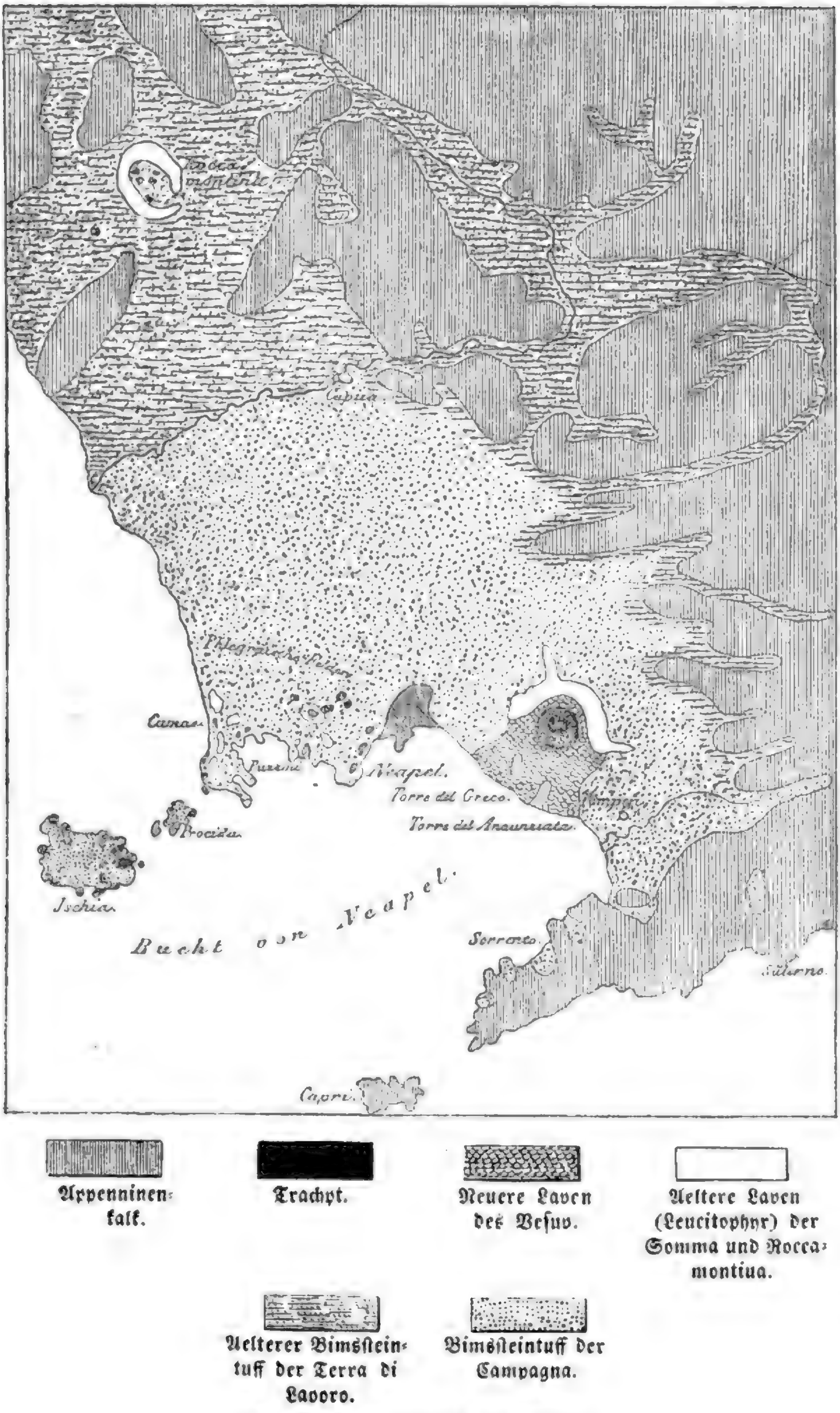
§. 1061. Die trachytischen Gesteine sind diejenigen, welche fast einzig und allein in die Zusammensetzung unserer heutigen Vulcane eingehen; sie nehmen einen nicht minder großen Antheil an der Zusammensetzung jener älteren, ausgestorbenen Vulcane, welche in vielen Ländern sich vorfinden, und es kann wohl mit Fug und Recht behauptet werden, daß überall, wo Eruptionskegel und Schlackenanhäufungen vorkommen, die trachytischen Gebilde einen wesentlichen Antheil an der Bildung des Gebirges genommen haben.

Im Allgemeinen zeigen sich die Trachyte unter vielfachen verschiedenen Gestalten, bald als hügelförmige aus der Erde hervorgequollene Massen, welche offenbare Spuren feurigen Flusses an sich tragen und öfters mit Comglomeraten in Verbindung stehen, die durch die heftige Reibung der durch eine Spalte aufsteigenden Massen erzeugt scheinen, bald als unregelmäßig aufgehäufte Massen, die in mehr festem Zustande aus der Erde emporgehoben wurden; bald wieder als unregelmäßig aufgehäufte Auswürflinge, welche als Schlackenkegel sich erheben, oder als Bimssteintuff weithin über ebene Flächen sich ausbreiten. Alle diese verschiedenen Arten des Erscheinens hängen, wie leicht abzusehen, hauptsächlich von der Art und Weise der Einwirkung ab, welcher die Trachyte bei ihrem Auftreten ausgesetzt waren. Wurden sie in breiigem Zustande aus Spalten emporgetrieben, über welche sie sich beim Erscheinen an der Oberfläche ausbreiteten, so entstanden jene schwammförmigen Massen, deren mehr oder minder große, hügelförmige Erhebung von der größeren oder geringeren Flüssigkeit der Trachytmasse abhing, und wovon der Drachenfels bei Bonn in dem rheinischen Siebengebirge, sowie die Wolkenburg in demselben vulcanischen Gebirgszuge Zeugniß ablegen. An den Rändern des ersteren entdeckt man eine große Menge von Conglomerat, welches durch die Einwirkung des Trachyts auf den Grauwackenschiefer, der der schwammförmigen Ausbreitung zur Basis dient, entstanden scheint. Die Wolkenburg ist bekannt durch die wunderschönen prismatischen Säulen, in welche die Trachytmasse sich beim Erkalten zerlegt hat.

§. 1062. Das Königreich beider Sicilien bietet in der Umgegend von Neapel einerseits und von Catania andererseits die beiden Vulcane der jetzigen Epoche, welche am meisten untersucht wurden, und die wohl als Anhaltspunkte für sämmtliche vulcanische Gebiete gelten können.

Die vulcanischen Gebilde, welchen der Vesuv jetzt als Mittelpunkt dient (s. Fig. 380), bilden in der Umgegend von Neapel eine weite Zone längs dem Meere hin, die nach dem festen Lande zu sehr unregelmäßige Gränzen zeigt und am Meeresufer von Castellamare im Süden bis nach Castiglione im

Fig. 389.



Karte der Umgegend von Neapel.

Norden sich erstreckt. Ringsum wird diese vulcanische Zone von den geschichteten Gesteinen der Apenninenkette, zu den jurassischen und Kreideformationen gehörig, eingeschlossen und das Vorgebirge von Sorrento im Süden der Bucht von Neapel bildet einen Ausläufer der Apenninen, wodurch die vulcanischen Gebilde nach Süden begränzt sind. Der Boden dieser vulcanischen Zone, worauf Neapel und Capua ruhen, wird von einem regelmäßig geschichteten Bimssteintuffe gebildet, der mit mergeligen Schichten abwechselt. Der Tuff selbst ist hauptsächlich aus Fragmenten trachytischer Gesteine von größerer oder geringerer Größe zusammengesetzt, die durch eine feinere Bindemasse derselben Natur verbunden sind. An einigen Stellen finden sich Rollsteine von Kalk oder festerem Trachyt in den zusammengeklebten Bimssteinmassen; an vielen Orten zeigen sich senkrecht gestellte kaminartige Schlote und Höhlen, welche davon herzurühren scheinen, daß Gase durch die noch wenig feste Masse hindurch sich entbanden. Die regelmäßige Schichtung läßt schließen, daß die Lager selbst sich unter dem Wasser abgesetzt haben, und in der That beweisen auch die vielen Seemuscheln, welche man an vielen Orten in dem Tuffe gefunden hat, hinlänglich, daß der Bimsstein sich unter dem Meere ablagerte und später erst aus demselben hervorgehoben wurde. Die Identität der aufgefundenen Muscheln mit den jetzt im Mittelmeere lebenden scheint zu beweisen, daß die Bildung dieses Bimssteintuffes der jetzigen Schöpfungsepoche angehört.

§. 1063. Aus diesen Tuffschichten erhebt sich, nahe der südlichen Gränze derselben, der Kegelberg des Vesuv als eine durchaus isolirte Bergmasse, aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen bestehend, nämlich dem eigentlichen Kegel und einem hohen, halbkreisförmigen Gürtel, der Somma, welche den eigentlichen Vesuv umgiebt, nach dem Meere hin aber ihn frei läßt. Die Somma, deren Ausdehnung auf der Karte Fig. 280 durch einen vollkommen weißen Raum angedeutet ist, besteht aus regelmäßigen Schichten von meist zwei bis drei Meter Dicke, die nach außen hin unter einem Winkel von 20 bis 30 Graden einfallen und an dem inneren Halbkreise, dem Kegel gegenüber, einen ungeheuren, steilen, fast senkrechten Absturz bilden. Das Gestein, welches diese Schichten zusammensetzt, ist der Leucitophyr, eine geflossene compacte Lava von granitoidischer oder porphyrischer Structur, von grauer Farbe, in welcher Krystalle von Pyroxen und Amphigen eingeschlossen sind. Die Oberflächen dieser Lavaschichten sind oft schlackig, zuweilen selbst verworfen und in die Länge gezogen, so daß noch Spuren des Geflossenseins überbleiben, während die größere Masse durchaus krystallinisch und granitisch ist. Der höchste Punkt der Somma, die einen fast gleichmäßig hohen, scharfen, gekrümmten Kamm bildet, der nach dem Kegel hin senkrecht abstürzt, nach außen sanfter abfällt, die Punta Nasone, ist von einer 6 Meter dicken Schicht dieses Leucitophyr gebildet. Eine große Menge mehr oder minder ver

zweigter Gänge durchbrechen diese Schichten senkrecht von unten nach oben; — die meisten derselben hören in gewisser Tiefe auf, so daß nur die tieferen Schichten durchbrochen sind und diese Gänge offenbar Spalten darstellen, welche von unten auf durch eingespritzte Lava erfüllt sind. Die Gangmasse, welche sich in diesen Spalten findet, ist meist derselbe Leucitophyr, welcher auch die geschichteten Lavalager bildet, nur in weit compacterem Zustande. Im Allgemeinen ist die Gangmasse um so compacter, je schmaler der Gang ist. Auf dem äußeren Umfange ist die Somma von demselben Bimssteintuff gebildet, der die Ebene bildet und sich hier bis auf eine gewisse Höhe an den Gehängen der Somma hinaufzieht; — man hat selbst Tuffblöcke bis an dem Rande des inneren Absturzes gefunden, ein Beweis, daß der Tuff einen äußeren Mantel um die Somma bildete, der allmählich abgewaschen wurde und jetzt nur den Halbkegel der Somma in seinem äußeren Umfange umgiebt, sowie diese um den Kegel des Vesuv selbst eine Rinde bildet.

Dieser Kegel erhebt sich plötzlich mit steilen Gehängen über den soge- §. 1064.
nannten Piane, einem Kegel mit sehr flachem Abfall, der die Basis des ganzen Berges bildet. Der Abfall dieses mittleren Aschenkegels des Vesuv beträgt etwa 33 Grad; nach unten zu nimmt er etwas ab und geht sanft in den Talus des Piane über, der anfangs fast eben in das Gehänge des Hauptkegels sich fortsetzt, das allmählich abnehmend bis zum Meere sich hin erstreckt. Der Krater, welcher auf der Spitze des oberen steilen Aschenkegels sich befindet, ist eine ovale Höhlung von 750 Metern im größten Durchmesser, 700 Metern in der kleinen Axe, der auf drei Vierteln seines Umkreises von den senkrecht abstürzenden Wänden des Aschenkegels gebildet ist, während auf einem Viertel seines Umkreises die Wände zerfallen sind. Im Nordwesten erhebt sich die Kraterwand zu ihrer bedeutendsten Höhe und bildet dort die höchste Spitze des Vesuv, die Punta del Palo, welche 1185 Meter über dem Meere erhaben ist. Der Boden des Kraters besteht aus einer fast horizontalen Ebene, mit großen Unregelmäßigkeiten, mit Blöcken von Lava, Schlacken und Aschen bedeckt, von zahlreichen Spalten durchzogen, aus welchen Dampf quillt. In der Mitte dieser Kraterebene zeigt sich der sehr veränderliche Schlund des Kamines, der mit jeder Eruption sein Ansehen wechselt, heute einen Kegel, morgen einen trichterförmigen Schlund darstellt, je nach den besonderen Verhältnissen des Ausbruches. Die Seiten des Kegels sind rund um von Aschen- und Schlackenmassen überschüttet; die Lavaströme sind entweder auf der freien Seite des Kegels nach dem Meere hin geflossen, oder sie haben sich in dem ringförmigen Thale angesammelt, welches am Fuße des Kegels zwischen diesem und dem senkrechten Absturze der Somma sich hinzieht und das Atrio del Cavallo genannt wird.

§. 1065. Betrachtet man demnach die Bildung des Vesuv im Ganzen, so zeigt sich derselbe aus folgenden Theilen zusammengesetzt: (s. Fig. 390) 1. Aus

Fig. 390.

Durchschnitt des Vesuv von Süd nach Nord.

a. Somma. *b.* Atrio del Cavallo. *c.* Punta del Palo. *d.* Aschenkegel. *f.* Camaldoli. *g.* Torre del Annunciata. *m. m.* Meeresspiegel.
1. Bimssteintuff der Ebene. 2. Leucitophyr der Somma. 3. Jetzige Auswürflinge.

dem Tuff der Ebene (1), welcher an den Wänden der Somma hinaufzieht und auch auf der entgegengesetzten Seite überall hervortritt, wo er nicht von Lavaströmen und Aschenmassen überdeckt ist.

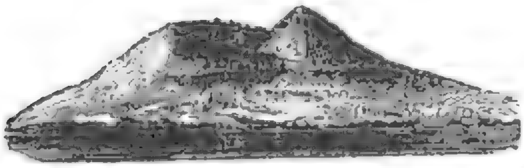
2. Aus dem Leucitophyr der Somma (2), die einen Halbkreis bildet, während auf der Seite nach dem Meere zu offenbar die Schichten ebenfalls in der Tiefe vorhanden sind. Die Somma würde demnach, hergestellt, einen oben abgestutzten, offenen Kegel darstellen, mit mittlerer Höhlung, welcher senkrecht durch seine Axe gespalten ist und dessen eine Hälfte, die Somma, in ihrer Höhe sich erhalten hat, während die andere Hälfte in die Tiefe gesunken ist. Diese Zusammensetzung des Kegels aus zwei halben Drehungsoberflächen, die nicht in gleicher Höhe stehen, ergiebt sich auf den ersten Blick aus dem Ansehen der bei dem Salvatore befindlichen Wände der Somma. Hier steht die Wand der Somma senkrecht abgeschnitten in einer Höhe von mehren hundert Metern da, das Gefälle der Schichten nach außen zeigend, so daß man unwillkührlich die andere Hälfte des Halbkreises sucht, welcher fehlt.

3. Die neueren Producte (3), welche den inneren Schlot füllen, den Kegel der Somma erhoben und durchbrochen haben und über die Gehänge, besonders nach dem Meere hin, wie eine Art von Mantel sich ausgebreitet haben.

§. 1066. Berücksichtigt man die Aufeinanderfolge, in welcher diese verschiedenen Gebilde sich erzeugt und ihre jetzige Stellung eingenommen haben, so ergiebt sich zuerst aus der Art der Zusammensetzung der Leucitophyrlaven an der Somma, daß diese nur auf fast horizontalem Boden geflossen sein müssen; daß über diesen horizontalen Lavafeldern sich auf dem Boden des Meeres die Lager des Bimssteintuffes absetzten, welche durch ihren Reichthum an Fossilien einen solchen Absatz nachweisen, daß später die Somma mit den darüberliegenden Schichten des Tuffes gehoben und endlich aus dem Erhebungskrater der Somma der neue Vulcan emporstieg und mit seinen Producten die erhobenen Gebilde überschüttete. Für die ersten Pe-

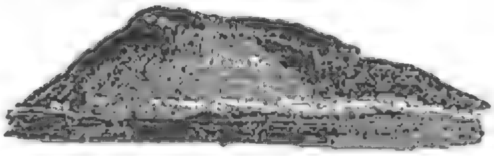
rioden, das Fließen der Sommalaven wahrscheinlich aus Spalten des Bodens, die Aufschüttung der Tuffmassen auf dem Boden des Meeres und die Aufrichtung des Sommakegels durch innere Erhebung, die damals noch nicht zur Errichtung eines förmlichen Vulcanes kam; für diese Perioden hat man keinen Nachweis, wohl aber für die Bildung des jetzigen Kegels, die wahrscheinlich im Jahre 79 vor Christo bei dem berühmten Ausbruche, der Herculanum und Pompeji verschüttete und dem älteren Plinius das Leben kostete, zu Stande kam und dem Vesuv annähernd seine jetzige Gestalt, wie Fig. 391 sie zeigt, gab.

Fig. 391.



Der Vesuv in seiner jetzigen Gestalt.

Fig. 392.



Der Vesuv zur Zeit Strabo's.

In der That scheint zur Zeit Strabo's, nach der Beschreibung dieses Geographen, der Vesuv einen oben ausgehöhlten Kegel gebildet zu haben und die Geräumigkeit des inneren Raumes so groß gewesen zu sein, daß man dort weidete und selbst Spartacus sein Sclavenheer dort einige Zeit lang versammeln konnte. Die Römer, welche aus der Bekanntschaft mit dem Aetna und Stromboli die Vulcane wohl kannten, hatten keine Ahnung davon, daß der Vesuv ein feuerspeiender Berg sein könne, und um so mehr mußte sie der furchtbare Ausbruch von 79 vor Christo überraschen. Nach den Beschreibungen des jüngeren Plinius war die Aschenwolke von einer ungeheuren Größe und der Aschenregen furchtbar. Es scheint jetzt festgestellt, daß bei dieser Eruption Pompeji, Herculanum und Stabiä zugleich verschüttet wurden. Man hat lange gestritten, in welcher Art dies geschehen sei, zumal da Plinius nicht von dieser Verschüttung spricht. Was Pompeji betrifft, so sind dort die Häuser alle bis auf das unterste Stockwerk abgetragen, wie rasirt, und durch eine schlammige Bimssteinmasse Alles erfüllt. Diese Masse ist überall, selbst durch die feineren Oeffnungen, eingedrungen, die tiefsten Keller sind damit erfüllt, die Häuser förmlich ausgegossen wie mit flüssiger Masse, die überall das Relief der Gegenstände wiedergiebt, welche sie umhüllt. Es ist demnach mehr als wahrscheinlich, daß diese Masse nicht in Form feiner trockner Asche als Regen fiel, sondern im Gegentheile als Schlamm, mit Wasser gemengt, eindrang, indem sie sonst nicht überall in dieser Art eingedrungen wäre. Die Massen, welche die verschütteten Städte decken, sind durchaus keine Laven, sondern im Gegentheile Schichten von Bimssteintuff, durchaus denjenigen ähnlich, welche den Boden der Campagna von Neapel und den Mantel des §. 1067.

Vesuv bilden. Bei Pompeji erreichen diese Schichten eine Mächtigkeit von 20 und mehr Fuß, bei Herculanum an einzelnen Stellen bis zu 112 Fußen. Die Aschenmassen, welche der Vesuv jetzt auswirft, bieten gar keine Aehnlichkeit mit diesen Bimssteintuffen dar; sie haben nicht das faserige Aussehen der Bimssteinfragmente, sind krystallinisch und glasig glänzend, während die Tuffe erdig sind. Die römischen Städte wurden demnach weder durch Lavaströme, noch durch Aschenregen, sondern durch Schlammströme und Tuffmassen verschüttet, welche vor dem Ausbruche die Gehänge des Berges auf der Meeresseite umkleideten, so wie sie jetzt noch an der Basis der Somma einen Gürtel bilden.

Die Aufschüttung des jetzigen mittleren Kegels mit der Punta del Palo scheint das Resultat jenes ungeheuren Ausbruches gewesen zu sein, wenn auch auf der anderen Seite es wahrscheinlich ist, daß der Kegel sich erst nach und nach zu seiner jetzigen Höhe erhoben hat. Die Punta del Palo hat jetzt 71 Meter mehr, als die Somma, und alle Zeichnungen und Gemälde drücken diesen Unterschied sehr wohl aus. Im Museum von Neapel befinden sich aber zwei Gemälde aus der Zeit des Masaniello (1647), in welchen der Gipfel des Vesuv bedeutend niedriger erscheint als die Somma und da man wohl annehmen darf, daß der Maler die Form eines Berges, den die Bewohner Neapels täglich vor Augen haben, nicht verunstalten konnte, so scheint daraus hervorzugehen, daß vor 200 Jahren der Kegel des Vesuv noch nicht die Höhe der Somma erreicht hatte.

§. 1068. Von den Jahren 1200 etwa bis 1600 war der Vesuv ganz unthätig; der Krater hatte sich geschlossen, seine innere Ebene war mit Vegetation, Gras und Gestrüpp bedeckt und diente zu Schafweiden. Auf der Kraterebene selbst zeigten sich nur als Reste des vulcanischen Schlundes einige Tümpel mit warmem Wasser gefüllt, das salzig oder sauer war. Im Jahre 1631 aber geschah wieder einer der größten bekannten Ausbrüche des Vesuv, die Kraterdecke ward in die Luft geschleudert und der neu eröffnete Schlund hat sich seit dieser Zeit nicht wieder geschlossen.

Die Laven, welche von dem Vesuve ausgespieen wurden, sind meist aus dem Krater hervorgebrochen und haben erst in der Nähe des Meeres, auf den sanften Gehängen, die den Strand bilden, eine größere Mächtigkeit erreicht, während an den stärkeren Böschungen des Kegels nur Schlacken und unzusammenhängende Cheires zurückblieben. An einigen Punkten, wie bei Torre del Greco, wo der Strom von 1794, der die Stadt theilweise zerstörte, das Meer erreichte, finden sich sehr schöne Säulenreihen, welche die Lava beim Erkalten bildete, ganz denen des Basaltes ähnlich. An einigen Orten haben diese Lavensäulen noch schiefrige Quertheilung und werden als Platten zu dem Straßenpflaster von Neapel benutzt. Die Eisenbahn von Neapel nach Castellamare durchschneidet jetzt den prisma=

tischen Lavastrom, so daß man dessen Structur sehr wohl auf dem Durchschnitte beobachten kann.

§. 1069. Die phlegräischen Felder in der Nähe von Neapel bieten hinsichtlich der vulcanischen Erscheinungen eine sehr merkwürdige Stufe dar, deren Untersuchung um so interessanter ist, als sie auf demselben Boden thätig war, aus welchem der jetzt permanent thätige Vesuv sich erhoben hat. Der Boden dieser schon aus dem Alterthume her berühmten Gefilde wird von Bimssteintuff gebildet, welcher an vielen Stellen eine Mächtigkeit von 300 Metern erreicht und auch die benachbarten Inseln Procida und Ischia bildet. Eine Menge alter Ausbruchsstellen zeigen sich sowohl auf dem festen Lande als auf diesen beiden Inseln, an deren Ufern man die Verhältnisse der Trachytgänge zu den Bimssteinmassen und den horizontalen Lagern des Tuffes sehr wohl untersuchen kann. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen war der Ausbruch des Monte Nuovo in der Gegend von Puzzuoli, welcher im Jahre 1538 statthatte. Der kegelförmige Berg, welcher diesen Namen trägt, hat 180 Meter Höhe und besteht auf seiner gegen Puzzuoli gerichteten Seite aus unzusammenhängenden Aschen- und Schlackentrümmern, welche offenbar ein Resultat der Aufschüttung sind. Ein rundlicher Krater befindet sich hinter der nach Puzzuoli gewendeten Seite und beim Hinabsteigen in diesen Krater sieht man deutlich, daß seine Wände von Bimssteinschichten gebildet sind, welche nach allen Seiten hin, von dem Krater aus, nach außen fallen. In diesen um den Mittelpunkt des Kraters herum aufgerichteten Bimssteinschichten findet man eine große Menge von Seemuscheln, ganz dieselben Arten, welche auch in den horizontalen Schichten des Bimssteintuffes der neapolitanischen Ebene gefunden werden. Die Entstehung des Monte Nuovo ist demnach aus diesen Ergebnissen seiner geologischen Untersuchung offenbar auf die Weise aufzufassen, daß vor seiner Entstehung die Gegend eine Ebene von Bimssteintuff bildete, der in seinem Verhalten sich durchaus nicht von demjenigen Tuffe unterschied, welcher noch jetzt die neapolitanische Ebene bildet; daß dieser Tuff bei dem Ausbruche erhoben wurde, und auf der Spitze der Erhöhung ein Krater entstand, welcher jene Schlacken- und Aschenmasse auswarf, die jetzt eine Art Mantel über den erhobenen Kern bildet. Augenzeugen, welche uns die Beschreibung des Ausbruches hinterlassen haben, sprechen in der That von einer solchen hügelförmigen Erhebung des Bodens, welche dem Ausbruche unmittelbar voranging.

§. 1070. Die liparischen Inseln sind durchaus vulcanischen Ursprungs, und mit den bis jetzt betrachteten Bildungen des Festlandes um Neapel enge verschwistert. Man unterscheidet an ihnen, wie an dem Vesuv, ältere und neuere vulcanische Producte, welche indeß weniger durch ihre Natur, als vielmehr durch ihre Uebereinanderlagerung sich unterscheiden.

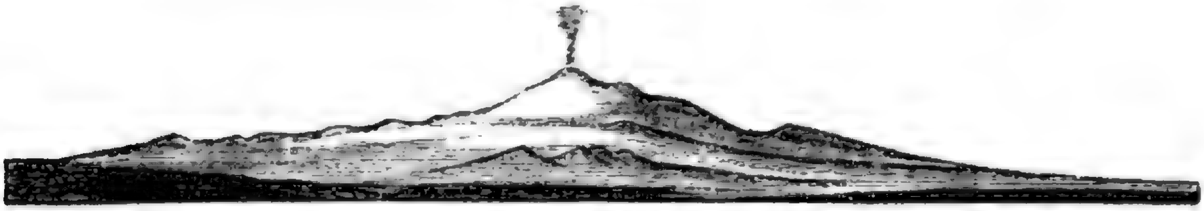
Unter diesen Inseln verdient besonders der immerfort thätige Vulcan von Stromboli, die Leuchte des tyrrhenischen Meeres, eine besondere Berücksichtigung. Die Ausbrüche von Stromboli folgen sich beständig in Intervallen von wenigen Minuten. Der Krater, aus welchem diese Ausbrüche geschehen, befindet sich nicht auf der Spitze der conischen Insel, sondern auf der einen Seite, etwa in zwei Dritteln der Höhe; der Krater selbst ist bis zu einer gewissen Höhe mit glühender Lava gefüllt, welche in beständigem Auf- und Niederwogen begriffen ist. Dieses Wogen ist bedingt durch das Aufsteigen der Dampfblasen, welche an die Oberfläche aufsteigen, und beim Platzen eine gewaltige Aschensäule emporschleudern, welche bei der Nacht in rothem Widerscheine leuchtet. Eine große Menge von schwefliger Säure entbindet sich aus diesem immer thätigen Krater, dessen schon lange vor der christlichen Zeitrechnung gedacht wird, und dessen Basis aus älteren Laven besteht, welche durch die jüngeren Producte emporgehoben zu sein scheinen.

Die Insel Volcano ist deshalb Stromboli weniger ähnlich, weil ihre Ausbrüche schon längst aufgehört haben, während diejenigen von Stromboli seit mehr als 2000 Jahren ununterbrochen fortdauern. Die Menge von Schwefel, welche in diesem Vulcane ausgebeutet wird, ist bedeutend, und die Laven, welche er früher ausgespieen hat, nicht von denjenigen verschieden, welche von den ähnlichen Vulcanen dieser Gegend ausgespieen worden sind.

§. 1071. Der Aetna erhebt sich an der Ostküste Siciliens auf einer weiten kreisförmigen Basis (s. Taf. VI. Fig. 393), die im Durchschnitte fünf deutsche Meilen im Durchmesser hat und einen leichten Vorsprung über die allgemeine Uferlinie bildet. Diese ebene Basis, die nur sehr allmählich zu dem Kegelberge hinansteigt, ist umgeben von einem Gürtel von Kalk und anderen sedimentären Schichten, welche meist den Formationen der Kreide und des Jura angehören, so daß der Aetna wirklich eine ganz isolirte Masse darstellt, die mit der Umgebung keinen Zusammenhang hat. Was am meisten an der Form des Aetna auffällt, ist die geringe Erhebung seiner Gehänge, die ihn kaum wie einen Kegel erscheinen lassen, sondern vielmehr wie ein wenig gewölbtes Schild, auf dessen Mitte ein erhabenerer Buckel aufgesetzt ist. Rundum ist dieser Schild von den umgebenden Gesteinen durch eine Schlucht abgeschieden, ein vertieftes Thal, das westlich und südlich den Simeto, nördlich den Onobola aufnimmt, und da im Osten das Meer ist, so findet sich der Aetna wirklich vollkommen wie auf einer Insel durch Wasser isolirt. Nach dem eben Gesagten kann man die schildförmige Basis und den mittleren Buckel als wesentliche Theile unterscheiden und die Ansicht von Lentini aus giebt ein sehr vollkommenes

Bild dieser Structur (Fig. 394). Die Anwohner des Aetna unterscheiden an dem Berge: die cultivirte Region, an dem Fuße der schildförmigen

Fig 394.

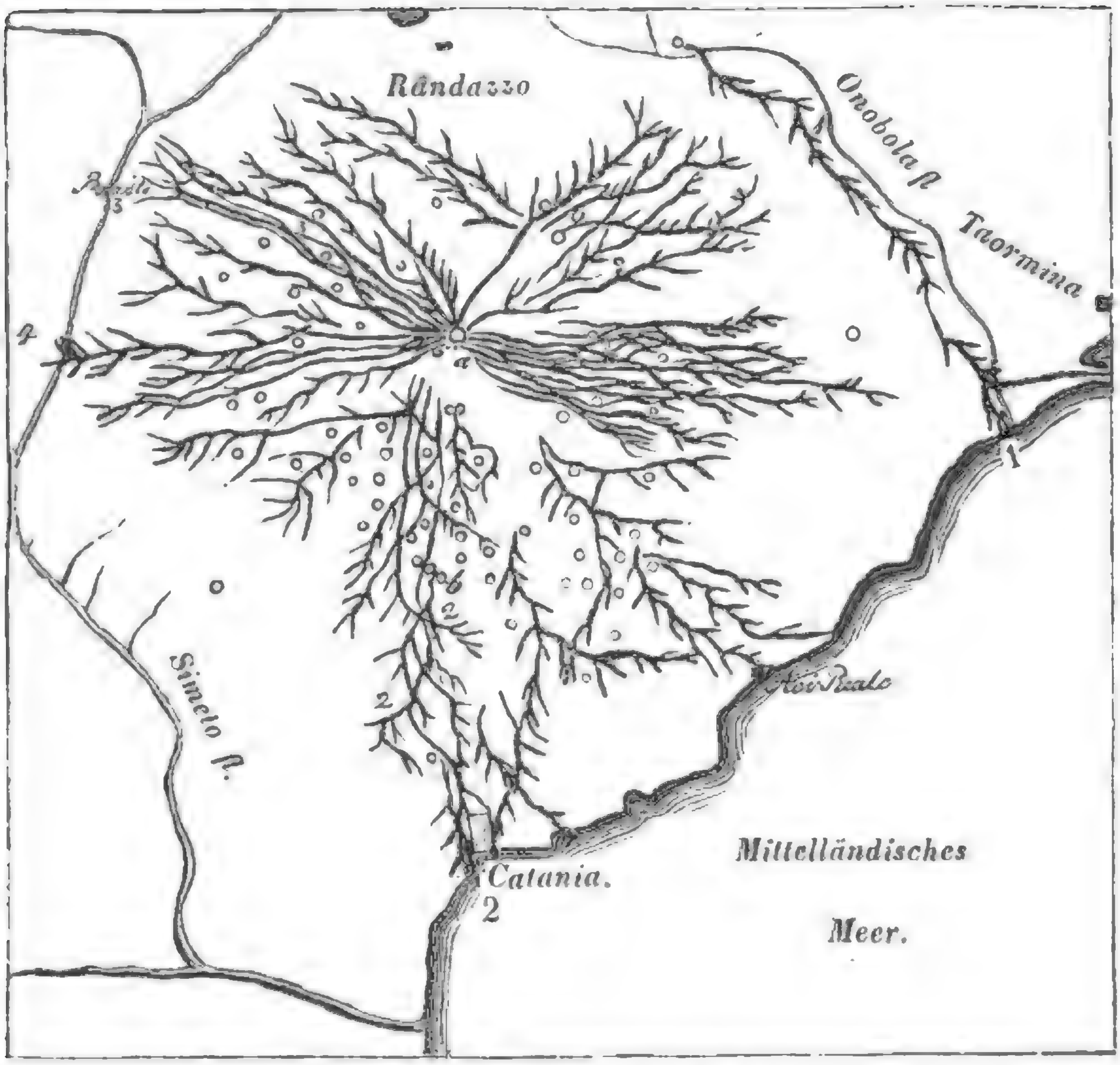


Ansicht des Aetna von Lentini aus.

Basis, die höchstens 3 Grad Abfall hat; die Waldregion oder den oberen Theil des Schildes, mit etwa 8 Grad Neigung (il Bosco), und endlich den mittleren Buckel unter dem Namen des Mongibello. Der Buckel selbst, die Regione netta, gleicht einem elliptischen Kegel, der auf der einen Seite zusammengestürzt ist und höchstens 32 Grad Gehänge hat. Der abgestürzte Theil bildet ein weites Amphitheater, nach dem Meere hin geöffnet, von senkrechten Wänden gebildet, welches das Val del Bove (s. die Karte) genannt wird. Der mittlere Buckel erhebt sich bis zu einem fast ringförmig ausgebreiteten verhältnißmäßig ebenen Absatze, dem Piano del Lago, auf welchem das aus dem griechischen Alterthume stammende Monument, das dem Empedokles zugeschrieben wird, die Torre del Filosofo, und eine neuere Hütte, die Casa Inglese, erbaut sind. Ueber dem Piano del Lago erhebt sich nun der scharf begränzte und abgesetzte Aschenkegel, dessen Gestalt, Höhe mit jeder Eruption sich verändert und zuweilen ganz in dem Schlunde des Kraters verschwindet. Der Krater selbst bildet ein mittleres rundes Loch inmitten dieses abgestutzten Aschenkegels, das horizontal ausgefüllt ist.

Der Aetna ist besonders ausgezeichnet durch die große Menge von pa- §. 1072.
rasitischen Eruptionskegeln, welche überall auf seinem Schilde aufsitzen und wovon die meisten zugleich Lavaströmen zum Ausbruche gedient haben. Diese Lavaströme sind nach allen Seiten gleich Bächen hervorgebrochen und haben an einigen Stellen das Meer sowie die Thalbetten des Simeto und Onobola erreicht. Die beigefügte, von Gemellaro entworfene Karte (Fig. 395, s. S. 152) giebt insofern ein Bild dieser Lavaströme, als sie deren Richtungen im Ganzen angiebt, nicht aber eine verhältnißmäßige Topographie, indem die Breite der Ströme durchaus zu gering gehalten ist. Es geht aus dem oben über die Lavaströme Gesagten hervor, daß diese auf wenig geneigten Gehängen sich ausbreiten und im Ganzen man das Gesetz aufstellen kann, daß ein Lavastrom um so breiter ist, je geringer sein Gefälle. Am Aetna wie am Vesuv sind deshalb die Ströme oben, wo das Gefälle groß ist, oft nur wenige Fuß breit, erweitern sich

Fig. 395.



Karte der Lavaströme des Aetna.

a. Casa Gemellaro und Torre del Filosofo in der Nähe des großen Kraters. *b*. Monti Rossi. 1. Eruption von 396 vor Christo. 2. Eruption von 1669. 3. Eruption von 1843. 4. Eruption von 1603.

aber, je tiefer sie kommen. Um dieses Verhältniß anschaulich zu machen, wurden auf der geognostischen Karte, Fig. 393, die Dimensionen der Lavaströme von 1669 und 1832 nach ihren richtigen Verhältnissen eingetragen und es ist leicht, aus der Vergleichung dieser Karte mit derjenigen von Gemellaro zu sehen, daß viele Lavaströme einander decken, über einander hingelaufen sind und die letztere Karte eben nur die Axen und Richtungen angiebt, nach welchen die Stöme flossen.

§. 1073. Die Structur des Aetna selbst erhellt wohl am besten aus einer genaueren Untersuchung jenes gewaltigen eingestürzten elliptischen Thales, des Val del Bove. Die steilen Abstürze dieses Thales bestehen aus mehren Hunderten von vollkommen regelmäßigen Schichten, die meistens hellgrau oder bräunlich sind und wie die jetzigen, im Allgemeinen schwärze-

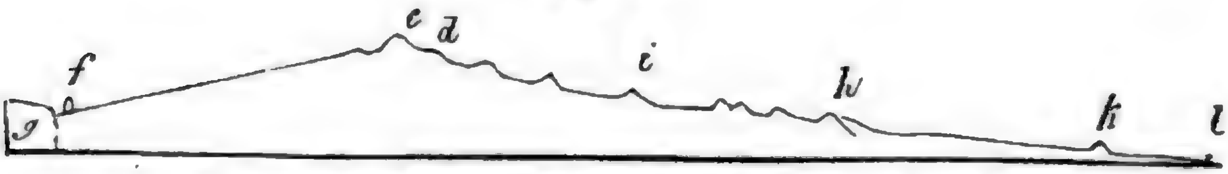
ren Laven des Aetna, aus Labrador, Pyroxen und Peridot zusammengesetzt sind. Die mineralogische Beschaffenheit ist demnach von derjenigen der jetzigen Laven nur sehr unbedeutend verschieden, während die gleichmäßige Mächtigkeit und Erstreckung der Schichten* eine bedeutende geologische Verschiedenheit von den jetzigen Laven andeutet. Am Val del Bove wechseln deutlich geflossene Schichten mit Lagern von Tuff und Conglomerat ab und im Durchschnitt haben dieselben etwa 2 Meter Mächtigkeit. Die Schichten sind, wie die Zeichnung (Fig. 396) zeigt, durchaus gleichmäßig

Fig. 396.

Ansicht des Val del Bove und des Aetna-Gipfels.

gegen den Mittelpunkt des Berges hin gehoben. Der Boden des Val del Bove ist ganz von neueren Laven und Schlackenmassen bedeckt, so daß man keine weitere Aufschlüsse aus seiner Untersuchung erhält. An dem oberen Theile, wo das Thal gegen den Kegel hin sich schließt, an den Abstürzen des Serre del Solficio, erscheinen die Laven ganz horizontal, während an den Wänden zu beiden Seiten sie stark nach außen hin fallen. Man bemerkt im Verhalten dieser Schichten durchaus keinen Unterschied, ob sie nun geneigt sind oder horizontal. Aus dem Durchschnitte des Aetna von Ost nach West (s. Taf. VI. Fig. 397), der mitten durch die Längsaxe des Val del Bove geht, ergiebt sich leicht, daß dieses nur einen fehlenden Theil des Buckels darstellt, welcher in dem anderen Durchschnitte (Fig. 398)

Fig. 398.



Durchschnitt des Aetna von Nord-Nord-West nach Süd-Süd-Ost.

d. Piano del Lago. *e.* Krater. *f.* Randazzo. *g.* Sediment-Gesteine. *h.* Monti Rossi. *i.* Monte dei Faggi. *k.* La Motta. *l.* Catania.

vollständig und darum weniger fühlbar ist. Das Val del Bove zeichnet sich noch durch eine ungeheure Menge von Gängen und Adern aus, welche die Laven und Conglomeratschichten kreuzend durchsetzen und, obgleich von derselben mineralogischen Beschaffenheit, doch weniger verwittern. Die Zahl dieser Gänge nimmt gegen den mittleren Kegel hin zu. Die Gänge selbst durchkreuzen sich oft und verwerfen sich, sowie die Schichten, sind mithin nicht alle von demselben Alter, sondern nach und nach gebildet worden.

§. 1074. Bedenkt man nun diese geschichtete Structur des mittleren Buckels des Aetna; die geringe Mächtigkeit der neueren Lavaströme und losen vulcanischen Producte, die eine Art Mantel über die älteren Schichten geworfen haben, welche letzteren nur durch den Riß des Val del Bove zum Vorschein kommen; bedenkt man ferner die Ungleichheit der Gehänge am Aetna, die markirten Absätze zwischen dem Schilde, der Basis, dem mittleren Buckel und dem Aschenkegel, so sieht man ein, daß der Aetna nicht durch Aufeinanderschichtung von Materialien neueren Ursprungs entstanden ist, sondern daß die älteren Laven, welche das Val del Bove bloßlegt, in fast horizontaler Lage geflossen sein müssen, um solche gleichförmige Schichten bilden zu können und daß sie nachher erst erhoben wurden. Bei dieser Erhebung stürzte ein Theil der Masse ein und bildete so einen unregelmäßigen Erhebungskrater, das Val del Bove. Dieser Erhebung selbst aber ging eine lange vulcanische Thätigkeit an demselben Orte voraus, welche nicht nur aus verschiedenen Spalten und Rissen die alten Laven des Val del Bove erzeugte, sondern auch die älteren basaltischen Bildungen, welche an dem ganzen südlichen Halbkreise der Aetnabasis hervortreten, westlich zwischen den geschichteten Gesteinen der Kreide und den neueren Laven bei Aderno, Licadia und in dem Hügel La Motta bei Catania hervortreten und am Meere die cyclopischen Inseln sowie eine schmale Bande längs des Meeres diesen Inseln gegenüber bilden. Es erzeugten sich demnach an demselben Orte zuerst basaltische Laven, deren prismatische Absonderung das Fließen über fast horizontale Flächen beurkundet; dann trachytische Laven, die ebenfalls, wie ihr Verhalten am Val del Bove beurkundet, auf ebenem Boden flossen. Es war demnach hier noch kein isolirter Vulcan, sondern eine Reihe von Spaltenausbrüchen, bis endlich eine gewaltige Revolution den jetzigen Kegel in die Höhe hob, die Schichten aufrichtete und über dem alten unregelmäßigen Heerde einen permanenten Vulcan errichtete, dessen Auswürfe die älteren Gebilde wie mit einem dünnen Mantel überdeckten.

§. 1075. Unter den Ausbrüchen des Aetna verdient derjenige von 1669 eine besondere Berücksichtigung, da er den größten Lavastrom erzeugte, welchen der Berg je ausgespieen hat. Der Aschen- und Schlacken-Auswurf aus

dem Krater sowohl wie aus den Seitenspalten dauerte 54 Tage, während welcher der Berg von dem Krater an bis zu den Monti Rossi hin in einer Linie spaltete, welche in ihrer Verlängerung den Vulcan in zwei gleiche Hälften getheilt hätte. Auf dieser Spalte wurden hie und da parasitische Kegel aufgeworfen und am unteren Ende derselben entstanden durch Aufschüttung von Schlacken und Asche die beiden Monti Rossi, die durch eine Spalte von einander getrennt sind, durch welche die Lava ihren Ausweg nahm. Der Strom selbst, welcher aus dieser ungeheuren Spalte hervorbrach, floß anfangs sehr schnell, so daß er um 140 Meter täglich vorrückte, später, als er auf die flächeren Gehänge in der Umgegend von Catania anlangte, war das Vorrücken weit geringer. Im Monate Mai war die Lava an den Stadtmauern angelangt und thürmte sich nun an diesen in die Höhe. An einer Stelle erlag die Stadtmauer unter dem Drucke; ein dort gelegenes Bernhardiner-Kloster, das zerstört wurde, leistete aber durch seine starken Mauern den Dienst einer inneren Bastion. An vielen Stellen thürmte sich die Lava so auf, daß die großen Blöcke ihrer Decke über die Mauer hinüberstürzten; hie und da floß sie über in geringen Mengen und bildete Stalaktiten und Tropfen, wie Wachs, welches an einem Lichte herabläuft und allmählich erstarrt. In die Stadt selbst drang der Lavastrom nicht ein; er lenkte nach Osten ab und stürzte unterhalb der Stadt in's Meer, wo er jetzt einen vorspringenden Sporn bildet, der eine schöne prismatische Absonderung zeigt. Die Catanesen hatten schon während des Ausbruches eingesehen, daß der Strom die Stadt erreichen werde und versucht, ihn dadurch abzulenken, daß sie seitliche Gruben und Vertiefungen aushöhlten; die Einwohner von Beltazzo aber, inne werdend, daß der Strom wirklich sich nach ihrem Städtchen hinlenke, widersetzten sich dem Unternehmen der Catanesen mit bewaffneter Hand. Vierzehn Städte und Dörfer wurden zerstört. Der Strom bildet jetzt eine längliche Decke, etwa 4mal so lang als breit, wie man auf der geognostischen Karte des Aetna, Fig. 393, sieht, und die große Breite, die an einzelnen Stellen, wo das Gefäll abnimmt, sich noch vergrößert, ist wesentlich dem geringen Abhange zuzuschreiben, der im Durchschnitte höchstens nur drei Grade beträgt.

Der Ausbruch von 1832 dauerte 22 Tage. Auch hier bildete sich §. 1076.
eine Spalte, welche von dem Kegel aus hart an der Torre del Filosofo vorbeistrich. Die Lava brach weiter unten aus und stürzte in gerader Linie gegen Bronte hinab, indessen war ihre Menge nur unbedeutend und allmählich auf den ebeneren Gehängen der Basis sich erweiternd, hielt der Strom noch weit oberhalb Bronte still. Der Strom bildet jetzt eine Figur, etwa wie eine Schleuder (s. Fig. 393); auf beiden Seiten ist er von einem Walle ungeheurer Blöcke umgeben, die eine Moräne um ihn bilden,

wie diejenige eines Gletschers, und auf der Oberfläche eine rauhe beschwerliche Decke zusammensetzen. Zwei Jahre nach dem Ausbruche rauchte diese Lava noch an vielen Stellen aus Spalten, deren Inneres sehr heiß war. Die entbundenen Dämpfe bestanden aus Wasserdampf, welcher einen deutlichen stechenden Geruch nach Salzsäure hatte; in den Spalten selbst setzten sich große Mengen salinischer Efflorescenzen ab, welche man ausbeutete, und die besonders aus Salmiak, gemengt mit Gyps, Kochsalz und Schwefel bestanden. Das Merkwürdigste bei diesem Ausbruche war der Einsturz des Aetnagipfels, der bei einem starken Stoße plötzlich verschwand, so daß nachher ein weiter, trichterförmiger Krater bestand, der etwa 400 Meter Durchmesser hatte und eine sehr unregelmäßige Oberfläche zeigte.

Die Zahl der Aetnaausbrüche ist sehr bedeutend; sie hat sich in neuerer Zeit etwas vervielfältigt und die Ausbrüche haben durchaus nicht an Heftigkeit abgenommen.. Der Ausbruch von 1843 hat einen Lavastrom geliefert, welcher bis zu dem Thale des Simeto vorgedrungen ist und einer großen Menge von Neugierigen das Leben kostete, welche nach Beendigung der Eruption dem langsamen Fortfließen der Lava zuschauten. Diese scheint auf ihrem Wege einen Wasserbehälter oder Teich getroffen und anfangs überdeckt zu haben. Die erhitzten Dämpfe überwältigten endlich den Druck der auf ihnen lastenden Lava und machten sich durch eine furchtbare Explosion Luft, welche große Massen von heißem Wasser und Schlacken umherstreute.

Im Ganzen mag der Aetna auf dem Umkreise seines Schildes etwa 60 größere und vielleicht 600 — 700 kleinere parasitische Kegel besitzen, welche alle von Eruptionen herrühren. Auf den Karten Fig. 393 und Fig. 395 wurden nur die größeren parasitischen Kegel durch einfache Kreise angedeutet.

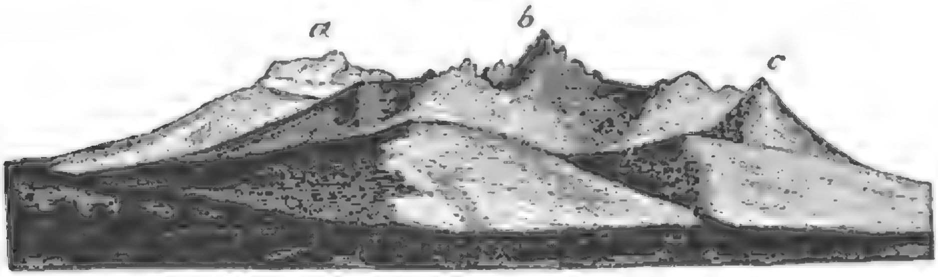
§. 1077. Die Vulcane der Anden, welche zugleich alle anderen sowohl an Höhe als an Masse übertreffen, bieten deshalb auch ganz eigenthümliche Erscheinungen dar, deren Erörterung um so nöthiger erscheint, als man bei Behandlung so mancher die Vulcane betreffender Streitpunkte fast nur die kleineren europäischen Vulcane, nämlich den Vesuv und Aetna im Auge hatte.

Die Riesenkolosse, welche der vulcanischen Kette Südamerika's angehören, bilden eine oder mehre lange Reihen meist glockenförmig emporgehobener Gipfel, welche nach dem beredten Ausdrucke eines berühmten Gebirgsforschers einzelne Essen zu bilden scheinen, die auf einer ungeheuer langen Spalte hie und da als Abzugskanäle stehen. Die unterirdischen Kräfte, welche in diesen Gegenden wirksam sind, weisen deutlich genug auf eine solche Existenz einer großen vulcanischen Spalte hin, als deren Lippen gleichsam die erhobenen Schichten der Cordilleren zu betrachten sind. Die

Erdbeben haben, wie oben bemerkt wurde, meist nur in der Richtung des Streichens der Ketten und oft sogar nur an der einen Lippe der Spalte Statt. So ist die Küste von Chili bis zur Höhe der Gebirgskette sehr häufig von Erdbeben heimgesucht, während das östliche Gehänge der Kette, auf welcher 24 Vulcane in langer Reihe sich hinziehen, meist unerschüttert bleibt, und ein Erdbeben in den Pampas eine Seltenheit ist.

Die Gestalten der südamerikanischen Vulcane bieten eine unendliche §. 1078.
Mannichfaltigkeit von Formen dar, von der reinsten mathematisch genauen Kegelgestalt des Cotopaxi, dessen Kraterrand wie eine Mauerkrone den horizontal abgeschnittenen Gipfel bekränzt, bis zu der eigenthümlichen zerrissenen langgestreckten Kette des Pichincha, in deren zackigen Spitzen man am wenigsten einen Vulcan vermuthen sollte (s. Fig. 399). Die Umge-

Fig. 399.



Der Pichincha von der Hochebene von Quito aus.

a. Der Rucu-Pichincha, auf welchem der Krater sich befindet. *b*. Guagua-Pichincha. *c*. La Cruz, Signalpunkt von La Condamine.

gend von Quito, in welcher die ebengenannten Vulcane liegen, ist durch die vielfachste Arbeit europäischer Naturforscher sehr genau bekannt. Die vulcanischen Gipfel bilden hier zwei Reihen von Kuppen, zwischen welchen das Hochthal von Quito sich hinzieht; überall zeigt sich die Einwirkung der vulcanischen Kräfte. Tiefe Spalten, sogenannte Guayco's, welche strahlenförmig von den Vulcanen auslaufen, durchkreuzen den Boden, und die einzelnen Theile der Stadt Quito sind durch Brücken, welche man über diese Spalten geworfen hat, mit einander verbunden. Der Pichincha selbst, welcher schon öfters ungeheure Massen von vulcanischem Sand und Wasser ausgeworfen hat, bietet mehre durch ungeheure Klüfte von einander getrennte Partien dar. In der einen derselben, dem sogenannten Rucu-Pichincha, findet sich der ungeheure Krater, dessen Form fast die einer Acht darstellt, indem ein mittlerer Querdamm den Krater in zwei runde Kessel abtheilt. Erst in der neuesten Zeit gelang die Untersuchung des Kraters, über dessen fast senkrechte Felswände frühere Besteiger nicht hinabklettern konnten. Der Boden der beiden Kessel zeigt eine Menge kleiner Auswurfskegel und Spalten, aus welchen Flammen und Wasserdämpfe hervorbrechen, namentlich in dem einen der beiden Krater zeigten sich

diese Fumarolen in bedeutender Anzahl. Die Wände des Kraters, welche an vielen senkrechten Abstürzen etwa 1500 Meter Höhe haben sollen, bestehen aus ungeheuern Trachytblöcken, die im Westen zusammengestürzt waren und dadurch Gelegenheit zum Hinabsteigen gaben.

§. 1079. Diese Untersuchung des Pichincha bestätigt nur eine Ansicht, auf welche schon frühere Reisende gekommen waren, nämlich, daß alle vulcanischen Hochgipfel der Anden aus ungeheuern auf einander gethürmten Massen von Trachytblöcken bestehen, zwischen welchen leere Räume, gewaltige Höhlen existiren, welche den vulcanischen Dämpfen als Ausgangsmündungen dienen. Die ungeheure Masse des Chimborasso zieht bei weitem nicht so sehr den Pendel an, als sie es thun müßte, wenn der ganze Berg eine einzige solide Masse wäre, und es sind mehre Beispiele bekannt, wo hochaufgethürmte Gipfel der Andenkette in sich zusammenstürzten, und nach diesem Zusammenstürzen kaum die Hälfte ihres früheren Volumen einnahmen.

Die Vulcane der Anden sind ferner noch dadurch besonders ausgezeichnet, daß die meisten derselben keine Spur von Aschenkegeln oder von Laven darbieten, und somit die Ansicht, welche alle vulcanischen Kegel nur aus der Aufschüttung von Aschen und Laven herleiten möchte, auf sie durchaus keine Anwendung finden kann. Es scheinen im Gegentheil diese Massen von Trachytblöcken die geschichteten Sedimente und ungeschichteten Gesteine der Andenkette in solidem Zustande durchbrochen und über den Spalten sich aufgethürmt zu haben. In den meisten Fällen sind durch diese Aufschüttungen die Spalten weithin überdeckt worden, und es würde somit der Durchschnitt eines solchen Trachytkegels etwa die Form eines Schwammes darbieten, dessen Stiel in der Erde sich fände, während der ausgebreitete Schirm auf dem Gebirgsstocke selbst mit seinen Rändern aufruhen würde. In der neueren Zeit hat man indeß an den Gehängen des Vulcanes von Maypo steil aufgerichtete Kalkschichten entdeckt, deren Versteinerungen diese Schichten als jurassische bezeichnen. An vielen Stellen sind diese Kalkschichten durch den vulcanischen Einfluß in Dolomit umgewandelt worden. Es zeigt sich demnach hier offenbar, daß diese Kalkschichten erhoben wurden und die vulcanischen Massen durch diese erhobenen Schichten durchbrachen.

§. 1080. Zu den älteren trachytischen Gebilden, welche sich in ihrem Verhalten einigermaßen den Anden nähern, gehören die verschiedenen Gruppen in Ungarn, die eine große Mannichfaltigkeit von Mineralien und verschiedenen Gesteinen erkennen lassen. Alle diese trachytischen Dome Ungarns haben keine Laven geliefert, sind dagegen von vielen Conglomeraten begleitet, welche eine bestimmte Stellung zu den durchbrechenden trachytischen Gebilden einnehmen. Die ächten Trachyte finden sich stets in der Mitte

der Gruppen in Gestalt domförmiger Hügel, um sie herum lagern sich die Perlite, die erdigen Trachyte, die Mühlstein-Porphyre, und endlich ganz nach außen hin geschichtete Conglomerate, welche allmählich in das Niveau der Ebene übergehen.

In dem Vicentinischen, in der Nähe von Padua, zeigen sich die Trachyte in Gestalt unregelmäßiger Massen, an deren Gehängen die kalkigen Kreideschichten in steilen Winkeln in die Höhe steigen. An einigen Stellen zeigen sich sogar mehrfache Uebereinanderlagerungen vulcanischer Gebilde, indem Basalte und Dolerite von trachytischen Massen durchbohrt und in die Höhe gerichtet sind.

Des eigenthümlichen Verhaltens der trachytischen Massen von Santorin wurde schon früher erwähnt, und es braucht hier nur noch bemerkt zu werden, daß Santorin nicht die einzige Insel des griechischen Archipelagus ist, welche trachytischer Bildung wäre, sondern daß die Trachyte in der ganzen Reihe dieser Inseln weithin verbreitet sind, und auf die Bildung derselben einen wesentlichen Einfluß geübt haben.

In Centralfrankreich bilden die vulcanischen Gebilde mehre Gruppen, §. 1081.
unter welchen die Kette der Puys bei Clermont, die Gruppen des Mont d'Or, des Cantal und die des Velay und Vivarais sich besonders auszeichnen. Wir betrachten diese vulcanischen Gebilde je nach den verschiedenen Gesteinen, aus welchen sie gebildet sind.

Die Kette der Puys bei Clermont bildet eine lange, fast genau von Nord nach Süd streichende Reihe von parasitischen Kegeln und Kuppeln,

Fig. 400.

Vulcankette der Auvergne.
a. Puy de Dôme.

welche mehr oder minder vollkommene Kegelform besitzen und auf dem hohen granitischen Plateau der Auvergne (Fig. 400) aufsitzen. Die Länge der Kette beträgt etwa acht Stunden in gerader Linie; der höchste Gipfel, der Puy de Dôme, erhebt sich zu einer Höhe von 1476 Metern über dem Meere, 500 Meter über dem Plateau, welches ihn, wie die anderen, als gemeinschaftliche Basis trägt. Die am weitesten verbreitete Felsart ist jene Abart des Trachytes, welche im ersten Bande (Kap. 2) als Domit bezeichnet wurde. Dieser Domit bildet entweder unförmliche Massen oder auch

Schlacken- und Aschenanhäufungen, aus welchen die Kegel und Krater zusammengehäuft sind. Fast sämmtliche Puys sind Krater, die auf der einen Seite eingestürzt sind und hier einem Lavastrome Ausfluß gegeben haben; sie bestehen aus rauschendem Schlackengerölle, die wie Maulwurfshaufen aufgeschüttet sind, und oft finden sich am Fuße der größeren Krater noch kleinere parasitische aufgehäufte Aschen- und Schlackenmassen; die domitischen Pics, welche keine Krater besitzen, scheinen als Erhebungsmittelpunkte betrachtet werden zu müssen, um welche herum die eigentlichen Auswurfskegel sich lagerten. Es würde zu weit führen, hier näher auf die Beschreibung der einzelnen Puys einzugehen, wir erwähnen nur diejenigen, welche besonders merkwürdig sind.

§. 1082. Der Puy de Chopine mit dem ihn halbkreisförmig umgebenden Puy des Gouttes bietet mehre eigenthümliche Verhältnisse dar (s. Taf. VII. Fig. 401). Der Puy de Chopine bildet einen kegelförmigen Berg mit ziemlich steilen Abhängen von 1192 Metern Höhe, der sich 192 Meter über das Granitplateau erhebt und größtentheils aus festem, anstehendem Domit (4) oder aus domitischen Trümmern (2) besteht. Auf der einen Seite des Berges aber finden sich, theils in anstehendem Domit, theils in Trümmern eingeschlossen mehre bedeutende Massen wohl charakterisirten Granites, der sehr feinkörnig ist und stark zertrümmert sich zeigt. Unter diesem Granite (6), der nur wenig Quarz enthält und offenbar durch die Erhebnng des Domites auf den Gipfel des Berges gehoben wurde, findet sich ein Querband eines schwarzen vulcanischen Gesteines (5), welches man für Basalt halten kann, das aber eher eine schwarze Trachytvarietät zu sein scheint. Der Puy des Gouttes (3), welcher den Puy de Chopine wie ein Halbkreis umgiebt, scheint nur aus Schlackentrümmern und Aschenmassen aufgehäuft zu sein. Es beweist dies Beispiel jedenfalls, daß der Domit aus der Tiefe in ganzer Masse emporgehoben wurde und das Stück Granit, welches die Oeffnung deckte, mit sich emporriß und jetzt auf dem Gipfel trägt. — Der Puy de Dôme, der kleine Suchet und der große Sarconi sind ähnliche Domitmassen, ähnlich in vieler Beziehung den Trachytkegeln der Anden und bei dem Sarconi wiederholt sich dieselbe Erscheinung, wie bei dem Puy de Chopine, indem der kleine Sarconi, ein aus Schlacken zusammengehäufter kreisförmiger Berg, den großen Sarconi ebenso umgiebt, wie der Puy des Gouttes den Puy de Chopine.

§. 1083. Die Gruppe des Mont d'Or im Südwesten von Clermont bildet eine isolirte elliptische Masse einer Menge zerrissener Gipfel, welche in langer Linie sich an einander reihen und etwa zwölf Stunden im Umfange haben mögen. Das ganze Gebirge besteht aus auf einander geschichteten Lagern von Trachyt und Basalt, die mit Conglomeraten abwechseln. Die Trachyte sind von basaltischen Gängen und Säulen durchbrochen und die

weiten Basaltfelder finden sich nur in der Umgebung der Gruppe. Der Trachyt bildet geflossene Felder von porphyrischer Structur und brauner Farbe, die sich nach mehren Mittelpunkten hin erheben, in welchen Phonolithe aus der Erde aufsteigen. Der Phonolith scheint demnach hier die hebende Gesteinsart gewesen zu sein. Hier und da findet man auch mit trachytischer Masse ausgefüllte Gänge.

Die Gruppe des Cantal im Südwesten von dem Mont d'Or bietet eine ebenso isolirte Masse von höchst einfacher Structur. Es ist ein fast vollkommener runder Kegel mit breiter Basis, concentrisch nach der Mitte zulaufenden steilen Wänden, der eine mittlere Aushöhlung bildet, in welcher die erhebenden Massen stehen. Der Cantal ist demnach ein wahrer Erhebungskrater, der in der Mitte steile Abstürze nach innen zeigt, welche gegen die Phonolithmassen des Puy de Griou, des Plomb du Cantal gewendet sind, und dessen geneigte Flächen nach außen hin von trachytischen Conglomeraten, geflossenen Trachyten und Basalten gebildet werden.

Der Phonolith, welchen wir schon öfters erwähnten, gehört wesentlich §. 1084. seiner Zusammensetzung wie seinem Verhalten nach zu den trachytischen Gesteinen. Er bildet meist Gänge oder noch häufiger isolirte Felsmassen, welche mit schroffen Wänden nackt und kahl aus der Mitte der umgebenden Gesteine emporsteigen und meist sehr kühne, pyramidale Formen haben. Die Absonderungen in prismatische oder schieferig zusammengehäufte Elemente sind äußerst häufig in den phonolithischen Gesteinen, welche im Allgemeinen in mehr oder minder breiigem Zustande aus der Erde emporgestiegen zu sein scheinen und in vielen vulcanischen Gegenden als die wahren Mittelpunkte sich hinstellen, nach welchen hin die Schichten der Umgebung erhoben sind. So ist, wie eben erwähnt, der Cantal offenbar ein Erhebungskrater, in dessen Mitte die phonolithischen Massen, rings von steilen Abstürzen zerrissener Trachyte umgeben sich finden; so zeigen sich die roche Sanadoire ausgezeichnet durch schöne, regelmäßige Prismen und die roche thuilière im Mont d'Or als Centrum der Erhebung. Letztere mehr abgerundete Felsmasse in ihrer äußeren Contour ist besonders deshalb merkwürdig, weil sie einerseits in große, grobe, senkrechte Säulen getheilt ist, welche wieder durch horizontale Querrisse und Spalten in schieferige Platten sich spalten, die in dem Lande als Dachziegel benutzt werden.

Die Phonolithe sind noch in anderen vulcanischen Gegenden bekannt. So erhebt sich der Borzenstein im böhmischen Mittelgebirge als eine steile Felsmauer, welche in prismatische grobe Säulen getheilt ist, die nach unten gebogen erscheinen, nackt und kahl aus dem umgebenden Gneiß hervor und zur Seite findet sich ein kleineres auf den Gneiß aufgesetztes Felsstück, welches nicht vertical, wie der Borzenstein, sondern horizontal in

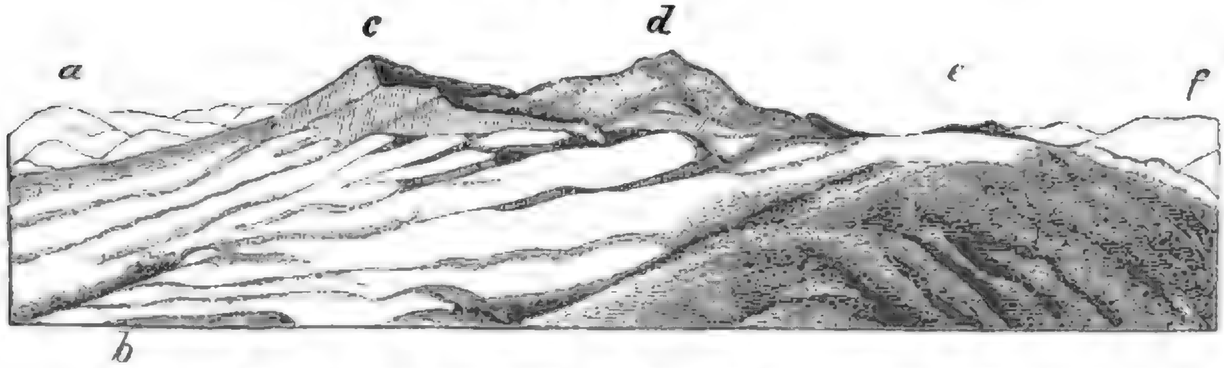
Säulen getheilt ist, und wie es scheint, ein bei der Erhebung und dem Durchbruche des Ganzen abgestürztes Stück darstellt.

§. 1085. In Deutschland sind die Phonolithe besonders in der hohen Rhön entwickelt. Das Gebirge ist in seiner Hauptmasse aus Basalten und Trappgesteinen gebildet, die durch aufgerichtete Schichten von Muschelkalk und buntem Sandsteine durchgebrochen sind. Die Phonolithe bilden mehre Kuppen und Durchbrüche, welche ganz von Basalt umgeben sind und aus diesem isolirt in die Höhe steigen, so daß sie in Basalt gleichsam zu schwimmen scheinen. Sie sind alle ziemlich genau nach einer von Südwest nach Nordost gezogenen geraden Linie aufgereiht, so daß man sie wohl als Auswürfe einer einzigen großen Spalte, welche in dieser Richtung zog, ansehen kann. Zu den bedeutendsten dieser Phonolithe, welche an einigen Stellen prismatisch, an anderen schieferig abgesondert sind, gehören die Milseburg von sonderbarer, sargähnlicher Gestalt mit steilen, aus eckigen Blöcken und Trümmern gebildeten Wänden; die 1182 Fuß hohe Steinwand, aus senkrecht stehenden Pfeilern und Säulen gebildet und einen verticalen Absturz bildend, der Pferdekopf und endlich der Teufelstein, an welchem man Säulen findet, die offenbar durch spätere Erschütterung, unter einem Winkel von 30 — 36 Grad, geneigt sind. Es zeigen mithin die deutschen Phonolithe in ihrem isolirten Aufsteigen durch Basaltmassen, ihren schroffen Wänden ꝛc. ganz dieselben Verhältnisse, wie die bekannteren Phonolithe der Auvergne.

§. 1086. In nordwestlicher Richtung von Neapel findet sich, wie die S. 143 gegebene Karte zeigt, ein sehr eigenthümlicher Vulcan, dessen Bau über die sogenannten Erhebungskrater das beste Licht wirft. Der Vulcan von Rocca Monfina wird, wie die Karte zeigt, aus einem kegelförmig aufsteigenden Berge gebildet, der nach innen hin einen weiten Krater mit kreisförmigen Kamme bildet, in dessen Mitte sich ein domförmiger Hügel, der Monte Santa Croce befindet, welcher eine Höhe von 1006 Meter über der Meeresfläche erreicht (s. Taf. VII. Fig. 402). Der ganze Berg hat eine Basis von etwa 50 Meilen im Umkreise; die Wände des äußeren, mantelartigen Beleges steigen unter einem Winkel von höchstens 18 Graden zum Kamme hinan, der den Namen des Monte delle Cortinelle trägt. Der Krater selbst ist elliptisch, seine längste Axe von Südosten nach Nordwesten gerichtet. In Nordwesten ist der Gürtel der Cortinelle vollständig, zusammenhängend, wie derjenige der Somma am Vesuve; in Nordosten ist der Mantel zerstückelt und nur aus einzelnen, niedrigeren Hügeln zusammengesetzt. Der Mantel selbst besteht aus Schichten von Leucitophyr, durchaus demjenigen der Somma ähnlich, nur mit noch größeren Krystallen von Leucit; er ist gehoben durch den im Mittelpunkte befindlichen Kern, der aus glimmerhaltigem Trachyte besteht und glockenförmig em=

vorsteht (Fig. 403). Der innere Krater, aus welchem dieser glockenförmige Trachytkegel emporsteigt, bildet ein ebenes Kesselthal, welches 7½ Meilen

Fig. 403.

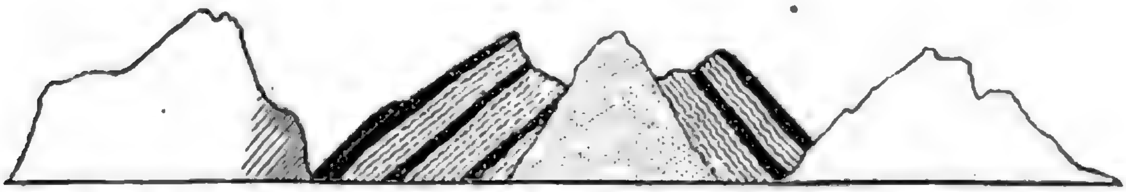


Ansicht des Erhebungskraters von Rocca Monfina.

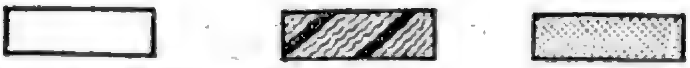
a. Monte Cammino. *b.* Sessa. *c.* Monte Cortinella. *d.* Monte Santa Croce. *e.* Monti Attani. *f.* Monti dei Sanniti.

im Umkreise hat, und in dem das Dorf Rocca Monfina selbst liegt. Der Trachytkegel im Inneren hat keine Spur von Krater aufzuzeigen; nur auf der Nordseite ist ein höchst kleiner Lavastrom hervorgebrochen, der kaum bis in den Boden des Kesselthales gelangt ist. Einige Schlackenkegel befinden sich auf der westlichen Seite des Kraters (Monti Attani; *e* auf der Ansicht); im Uebrigen bildet die trachytische Centralmasse ein festes Felsgestein, und der ganze Kegel wird zu beiden Seiten von den aufgerichteten Schichten der Apenninen-Ausläufer umgeben, die er durchbrochen zu haben scheint. Ein idealer Durchschnitt des ganzen Gebirges würde demnach etwa folgendes Bild geben (Fig. 404). Zu beiden Seiten

Fig. 404.



Idealer Durchschnitt des Erhebungskraters von Rocca Monfina.

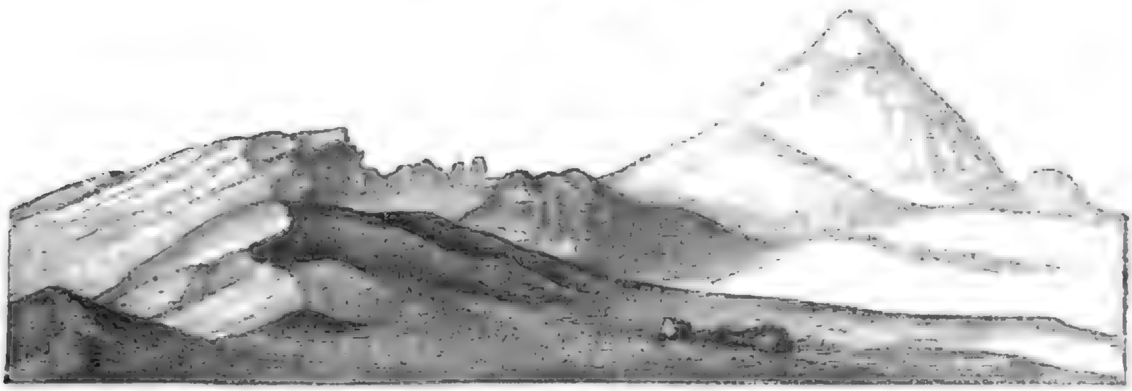


die aufgerichteten geschichteten Kalke der Apenninen, den Monte Massico und Monte Cammino bildend, näher nach innen hin der geschichtete Mantel aus Leucitophyr nnd Conglomeraten, welcher die Cortinelle bildet und in der Mitte der trachytische Kegel des Monte Sta. Croce, welcher das Ganze in die Höhe hob. Der Leucitophyr von Rocca Monfina zeigt so

ungemein große Krystalle und eine so schön ausgeprägte Structur aller einzelnen Elemente, die ihn zusammensetzen, wie man sie nur an Laven sieht, die auf fast horizontalem Boden erstarrten, wo die Erkaltung langsam genug war, um die Krystallisation zu befördern. Die Neigung von 18 Graden, welche die Leucitophyrschichten der Rocca Monfina jetzt haben, kann nicht ursprünglich bestanden haben, indem sonst die so ausgezeichneten Leucitkrystalle sich nicht hätten bilden können; die Laven müssen demnach auf fast ebenem Boden geflossen und nachher erhoben worden sein.

§. 1087. Eine Menge von Gebirgen vulcanischen Ursprunges bieten durchaus ähnliche Verhältnisse dar, wie die eben berührten, nur findet sich ein mannichfaltiger Wechsel zwischen den mittleren hebenden Massen und den äußeren gehobenen Massen. In dem Pic von Teyde auf der Insel Teneriffa (Fig. 405) erreichen die amphitheatralisch aufgerichteten Trachytmassen, die

Fig. 405.



Ansicht des Pic de Teyde und seines Erhebungskraters.

als vollkommen basaltische Schichten erscheinen und meist mit Tuffschichten bedeckt sind, im Verhältnisse zu dem inneren Kegel nur eine geringe Höhe, bilden oder dennoch eine vollständige, halbkreisförmige Mauer um die Basis des Kegels herum, während auf der anderen Seite dieser Mantel zerstört ist. Der innere Kegel selbst besteht ebenfalls aus Trachyt, der aber weit fester ist, als derjenige des geschichteten Mantels, und die Lavaströme, welche er geliefert hat, sind nur äußerst gering und durchaus unbedeutend in ihrer Masse. Sie bestehen aus scharfem, schlackigem Obsidian. Die ganze Insel Teneriffa, wie die Karte Fig. 406 (Seite 165) zeigt, verdankt ihre Constitution der allmählichen Aufrichtung der Basalt- und Conglomeratschichten gegen den Kegelgürtel hin, aus dessen Mitte die gewaltige Masse des Pics emporsteigt, welche die Schichten emporhob und zu deren Seite noch ein geringerer Trachytkegel, der Monte Chahorra, emporsteigt.

§. 1088. Die Insel Palma, welche ebenfalls zu der Gruppe der Canarien gehört, liefert das ausgezeichnetste Beispiel von einem Kegelberge, in dessen Mitte das erhebende Element nicht an die Oberfläche gekommen ist

Fig. 406.

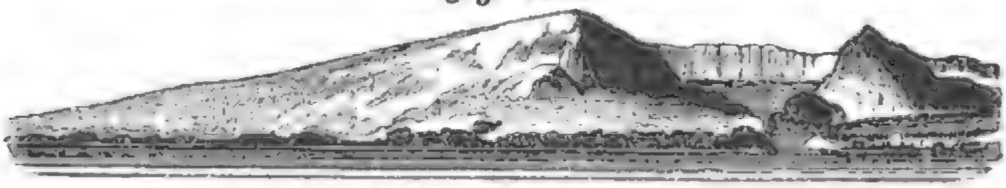
Karte der Insel Teneriffa.

1. Pic de Teyde. 2. Monte di Chahorra. 3. Orotava 4. Santa Cruz.

(siehe Taf. VIII. Fig. 407). Von allen Seiten her erheben sich mächtige Basaltschichten, mit röthlichen Tuff= und Conglomeratlagern abwechselnd, nach einem Mittelpunkte hin, der durch ein ungeheures Kesselthal eingenommen ist, welches die Caldera heißt. Diese Caldera hat etwa zwei Stunden im Durchmesser; sie ist vollkommen kreisrund, ein ungeheurer Krater, umgeben von senkrechten Abstürzen, die mehr als 4000 Fuß Höhe über dem Boden der Caldera haben, welcher Boden in der Mitte 2257 Fuß über dem Meere erhaben ist. Die äußeren Gehänge des Mantels, welcher die Caldera umgiebt, sind wie auf der Drehbank gedrechselt, und wenn man oben an dem Rande der Caldera steht, so scheint die ganze Außenfläche des Kegels eine einzige glatte Fläche zu bilden. Durchstreift man aber diese Außenfläche, so trifft man in sehr kurzen Zwischenräumen auf ungeheure, oft 400 — 500 Fuß tiefe Risse, sogenannte Barranco's, welche alle strahlenförmig von der Caldera aus nach dem Meere hin laufen und meist senkrechte Wände haben. Die Caldera selbst würde im Inneren durchaus unzugänglich sein, wenn nicht einer dieser Barranco's von außerordentlicher Tiefe dieselbe bis auf den Grund spaltete. Beim Besuchen des Inneren der Caldera von Tazacorte aus, welches Dörflein, wie Fig. 408 a. f. Seite zeigt,. gerade an der Oeffnung des Barranco liegt, wandelt man zwischen zwei senkrechten Wänden von abwechselnden Schich=

ten Basalts und röthlichen Conglomeraten gebildet. Eine Menge von Gängen durchbrechen diese Schichten, werden immer häufiger nach innen zu und verwerfen hier alle Schichten, so daß man kaum mehr ihre Anord-

Fig. 408.

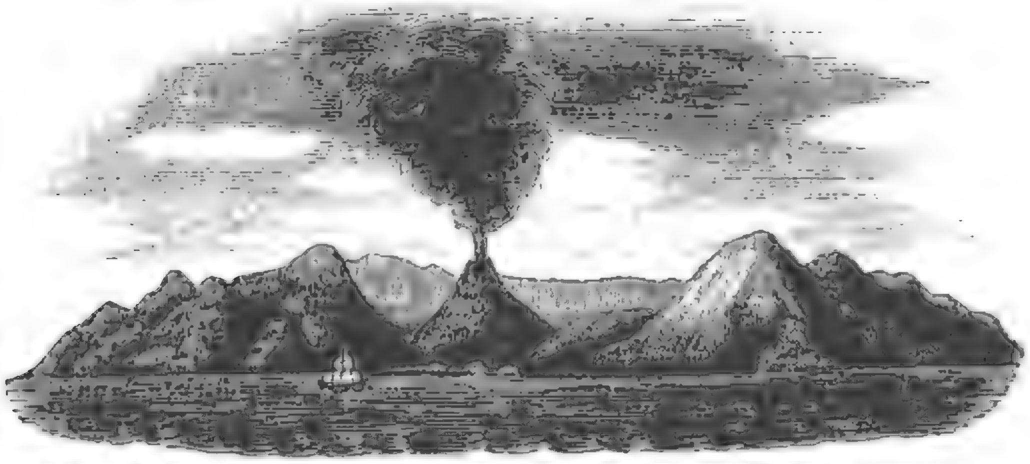


Ansicht der Insel Palma von Tazacorte aus.

nung erkennen kann. Die Gänge sind meist dioritische Gesteine, verschieden von den Basalten der Schichten; an einzelnen Stellen scheinen sie selbst Granit zu Tage gefördert zu haben. Die ganze Masse der Insel Palma bildet demnach einen weiten Mantel von Basalt, der um einen Mittelpunkt kegelförmig erhoben ist. In dem Mittelpunkte selbst befindet sich der ungeheure, Stunden im Durchmesser habende Krater, aus dessen Tiefe die hebende Masse nicht hervorgebrochen ist. Durch die Erhebung selbst aber wurden die Schichten sternförmig zerbrochen, um einen Kegel bilden zu können, und so diese Barranco's erzeugt, deren Häufigkeit und regelmäßige Anordnung in Palma namentlich sehr überraschend ist.

§. 1089. Zwischen dem Pic von Teneriffa mit dem gewaltigen Kegel und der Insel Palma ohne eine solchen steht in Hinsicht der gegenseitigen Verhältnisse die Insel Barren, im Golfe von Bengalen, eine kreisförmige Insel mit innerer Lagune und centralem Vulcane, der selbst nicht höher ist, als der umgebende Mantel. Aus der Vergleichung der hier gegebenen An-

Fig. 409.



Ansicht der Insel Barren im Golfe von Bengalen.

sicht dieser Insel (Fig. 409) mit den beiden genannten Vulcanen kann der Leser die Mannichfaltigkeit der hier obwaltenden Verhältnisse ermessen.

§. 1090. Die Gegenwart von Spalten oder Barranco's ergiebt sich sogar als eine mathematische Nothwendigkeit, sobald man einigermaßen über die

Vorgänge der Hebung nachdenkt. Eine horizontal ausgebreitete Masse, welche erhoben wird, muß nothwendig nach Linien zerreißen, welche strahlenförmig von dem Mittelpunkte der Hebung ausgehen, es sei denn, daß sie so dehnbar sei, daß sie einer ganz bedeutenden Ausdehnung ihrer Oberfläche fähig wäre. Die Oberfläche eines Kegels, sei er auch noch so niedrig, muß stets größer sein, als der Rauminhalt seiner Basis, sonst könnte eben die Oberfläche nicht von der Horizontalität abweichen. Starre Schichten, welche durch eine von unten her wirkende Kraft in die Höhe gehoben werden, müssen nothwendig zerreißen, um der Vergrößerung der Fläche Genüge leisten zu können. Diese Risse bilden dann jene Barranco's, enge Thäler mit senkrecht abstürzenden Wänden, welche den Boden spalten und stets durch ihre Richtung nach dem Mittelpunkte der hebenden Kraft hinleiten, welche auf den zerspaltenen Boden einwirkte.

Betrachtet man nun die eben angeführten Beispiele, die Verhältnisse §. 1091. von Santorin, dem Cantal, dem Mont d'Or und so vielen anderen vulcanischen Kegelbergen, welche von einem Mantel erhobener Schichten umgeben sind, die dachförmig nach allen Seiten hin abfallen, so ergiebt sich daraus ein allgemeines System einer Bildung von Bergesformen, welche Leopold von Buch zuerst an das Licht gestellt und mit dem Namen der Erhebungskrater bezeichnet hat. Die Erhebungskrater bilden kegelförmig aufgerichtete Berge, die einen mittleren Schlund besitzen, in welchem durch eine von unten herauf wirkende Kraft die Schichten zerbrochen sind, so daß die steilen Abstürze nach innen schauen. Es finden sich diese mehr oder minder kreisförmigen, von senkrechten Wänden umgebenen Formen nicht nur in vulcanischen, sondern auch in anderen Schichtgebilden: in vulcanischen Gegenden werden diese Erhebungskrater von basaltischen und lavischen Schichten gebildet, welche durch ihr Verhalten beweisen, daß sie auf ebenem Boden geflossen und hernach durch die innere Kraft emporgehoben wurden. Man hat mancherlei Einwendungen gegen die Erhebungskrater versucht, die man namentlich auf das Geflossensein der alten Laven stützte, in welchen die Erhebungskrater sich zeigen; die oben erwähnten Gesetze des Fließens der Laven zeigen indessen, wie wenig wahrscheinlich es ist, daß die Seiten der Erhebungskrater unter demselben Gefälle sich bildeten, welche sie jetzt besitzen, und daß folglich nothwendig eine nachträgliche Hebung derselben muß stattgefunden haben.

3. Die Basaltgebilde.

§. 1092. Der Basalt tritt meistens in compacten geflossenen Massen auf, welche kegelförmige Kuppen oder weite Felder und unterbrochene Plateau's bilden, die auf den ersten Anblick horizontal erscheinen, bei genauerer Nivellirung aber stets eine gewisse Neigung zeigen, welche nach dem Orte hinweist, von welchem aus sie ihren Ursprung nahmen. Meistens sind diese Felder oder Plateau's von einer unregelmäßig gespaltenen Trümmerschicht bedeckt, unter welcher der compacte Basalt, in regelmäßige Säulen getheilt, hervortritt. Oefters ist diese obere Decke aus Wacken, aus Tuffen oder auch aus Schlacken gebildet, obgleich diese letzteren besonders in Deutschland verhältnißmäßig selten vorkommen. Die Basaltschlacken unterscheiden sich wesentlich von den Schlacken der trachytischen Laven, indem sie nicht solche ausgezogene Blasenräume und ein solch faseriges Ansehen besitzen, wie diese letzteren, sondern mehr den Schlacken eines Hochofens durch Festigkeit und Stärke sich annähern.

Die basaltischen Massen sind in vielen Fällen aus der Erde hervorgedrungen, durch Spalten, welche zuweilen dadurch sichtbar werden, daß die Masse nicht hinlänglich war, um auf der Oberfläche schichtförmig sich auszudehnen, und daß sie dann nur eine vorragende Mauer bildete, welche durch die Degradation der umgebenden Gebilde zu Tage geht. In solchen Fällen zeigt sich oft das Innere des Ganges von Pechstein gebildet, welcher zu dem Basalte in ähnlichem Verhältniß zu stehen scheint, wie der Obsidian zu den Trachyten.

§. 1093. Die prismatische Säulenstructur, welche allen Basalten sowie den Trappgebilden gemeinschaftlich zukommt, hat die mannichfaltigsten Discussionen über die Art und Weise ihrer Entstehung herbeigeführt, und erst die Beobachtung prismatischer Lavaströme am Aetna und Vesuv war im Stande, diese Structur als eine Folge der inneren Zusammenziehung, welche die geschmolzene Masse beim Erkalten erleidet, allgemein anerkennen zu lassen. Die einfache Beobachtung zeigte schon, daß die Prismen stets nur in solchen Massen sich gebildet hatten, welche eine äußerst homogene Structur besaßen und daß die Stellung derselben in genauem Verhältniß zu den Oberflächen stand, welche die basaltischen Massen besaßen. In den horizontal ausgebreiteten Basaltlagern standen die Säulen in verticaler Richtung auf der Bodenfläche und bilden so jene Riesendämme oder Säulenwege, die man an vielen Orten, besonders in Irland, Central-Frankreich ꝛc. beobachtet. Die beiliegende Abbildung eines solchen Riesen-

dammes aus dem Departement der Ardèche am Ufer des Volant (Fig. 410) zeigt deutlich diese senkrechte Säulenstellung. In Gängen, die von senkrechten Wänden eingeschlossen waren, lagern sich hingegen die Säulen

Fig. 410.

Riesendamm am Ufer des Volant.

horizontal auf einander, sind geschichtet gleich Baumstämmen in einem Holzklafter, wie dies Fig. 411 in der Abbildung eines prismatischen Basaltganges zeigt. In den conischen Hügeln oder glockenförmigen Massen, welche die Basalte und Trappe hie und da bilden, neigen sich die Prismen von allen Seiten her nach dem Mittelpunkte, einen Fächer auf dem Durchschnitte bildend, dessen einzelne Blätter nach allen Seiten hin ausstrahlen.

Fig. 411.

Aus diesen überall leicht zu be- § 1094. obachtenden Verhältnissen ging demnach auf das Ueberzeugendste hervor, daß die Prismen überall auf die Erkaltungs-Oberflächen der geschmolzenen Masse einstehen, und daß somit die Säulenbildung kein Product eines der Krystallisation ähnlichen Processes, sondern vielmehr der Zusammenziehung, die nothwendig bei dem Erkalten statthaben mußte, zuzuschreiben

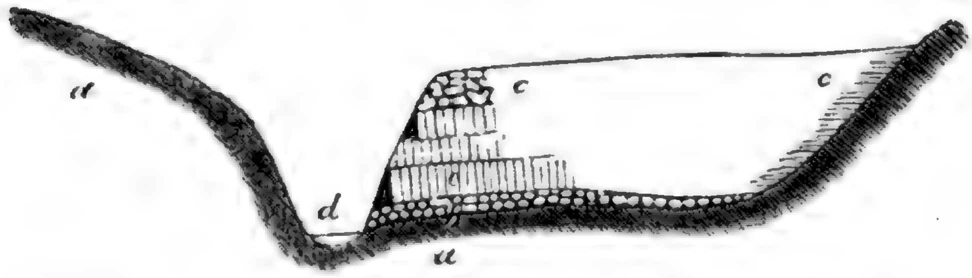
Digitized by Google

sei. Wäre diese Erkaltung von allen Seiten her gleichmäßig nach dem Inneren fortgeschritten, indem sie auf eine Masse wirkte, welche auf allen Seiten der Wärmestrahlung eine gleichmäßige Fläche bot, so hätte sie als Endresultat eine Absonderung der geschmolzenen Masse in lauter kugelförmige Stücke hervorbringen müssen, welche Stücke wieder aus concentrischen Schalen zusammengesetzt waren. Da indeß die Basaltmassen, mögen sie nun in der Form von Gängen oder von Plateau's der Erkaltung überlassen gewesen sein, stets große Platten bildeten, welche nach zweien Seiten hauptsächlich Wärme ausstrahlten, so konnte die Zusammenziehung, die in Folge dieser Wärme sich kundgab, auch nur in einer durch diese bestimmten Richtung wirken, und mußte deshalb linear-ausgedehnte Massen abtrennen, statt Kugeln hervorzubringen. Sobald einmal die ursprünglichen Risse, welche durch die Zusammenziehung entstanden waren, sich geöffnet hatten, so bildeten diese wieder Oberflächen, auf welchen eine Ausstrahlung von Wärme stattfand, wodurch denn jene Querspalten entstanden, welche so oft die Säulen trennen, und zuweilen selbst in regelmäßige Abtheilungen zerlegen, die in ihrem Inneren blätterförmige Structur zeigen. Die Prismen-Bildung ist demnach um so vollständiger, je homogener die Masse war, welche erkaltete, so daß auf allen Seiten eine gleiche Anziehung in den erkalteten Massen zwischen den einzelnen Moleculen derselben herrschte; sie ist um so vollständiger, je langsamer die Masse erkaltete, und je mächtiger diese Masse war, in welchem Falle die etwaigen Unebenheiten und Ungleichheiten der wärmestrahlenden Oberflächen ausgeglichen wurde. Endlich gehört noch ein gewisses Verhalten der Masse, eine gewisse Sprödigkeit beim Erkalten zur vollständigen Hervorbringung schöner prismatischer Säulenabsonderungen. Wir sehen in den jetzigen Laven hauptsächlich deshalb so selten Säulen sich bilden, weil die Masse ungemein lange Zeit in einem gewissen dehnbaren Zustande bleibt, welcher ihr erlaubt beim Erkalten sich zusammenzuziehen, ohne sich zu zerklüften, und man kann wohl den Unterschied zwischen den trachytischen und basaltischen Laven hinsichtlich ihres Verhaltens beim Erkalten nicht besser ausdrücken, als indem man die Trachyte mit den von den Kochkünstlern sogenannten langen Brühen vergleicht, während die Basalte kurze Brühen darstellen, die bei dem Erkalten vollständig erstarren. Die langen Brühen hingegen bilden beim Erkalten eine breiige Masse, die noch lange eine zähe Flüssigkeit behält.

§. 1095. Was nun die Verhältnisse der basaltischen Gebilde selbst betrifft, so waren diese im Anfange unseres Jahrhunderts der Gegenstand eines außerordentlich lebhaften Streites, welcher erst durch die genauere Beobachtung und Untersuchung der vulcanischen Gebilde in Central-Frankreich entschieden wurde. Die Auvergne, das Velay und das Vivarais bilden

deshalb die klassische Gegend der Basalte, und namentlich die erstere Gegend, da dort die Beziehung der Basalte zu wahren Vulcanen auf das Klarste hervortritt. Es giebt in der Auvergne Basaltströme, welche sich durchaus so verhalten, wie die wohlcharakterisirtesten Lavaströme; sie entspringen aus einem Schlackenkrater, ergießen sich weithin in die Thäler und sind auf ihrer Oberfläche ebenso mit Schlacken bedeckt, wie die wohlcharakterisirtesten Lavaströme der neueren Vulcane. An vielen Orten findet man auf diesen Lavaströmen Spuren jener Eruptionen von Wasserdampf, welche die Schlackenmasse kegelförmig in die Höhe getrieben haben. Der Strom des Vulcanes von Graveneire bietet eins der schönsten Beispiele eines solchen basaltischen Lavastromes dar; in gewaltiger Breite ist der flüssige Basalt aus dem halbzerstörten Krater hervorgebrochen, und hat sich beim Auftreffen auf einen Kegelberg, den Puy de Griou, in zwei Arme getheilt, deren Oberfläche mit mächtigen Schlacken bedeckt ist, und deren Mächtigkeit im Allgemeinen etwa 30 Meter betragen mag. Der Puy de Chalusset hat einen anderen Strom ausgespieen, auf dessen Oberfläche man bis in die Höhlung des Kraters selbst eindringen kann. Die Mächtigkeit dieses in schöne Säulen getheilten Basaltstromes beträgt an vielen Orten bis zu 400 Fuß. Der Strom selbst ist, wie Fig. 412 zeigt, in das Bett der

Fig. 412.



Durchschnitt des Bettes der Sioule bei den Grotten von Pranal.
a. Gneiß. *b.* Lager von Geröllen. *c.* Basalt. *d.* Die Sioule.

Sioule hinabgeflossen, und hat dieses ursprünglich ganz erfüllt, so daß dieser Fluß sich ein neues Bett auf der Gränze zwischen dem Basalt und der Gneißwand seines alten Thalweges graben mußte; der Basalt ist hier seitlich angefressen und hie und da ausgehöhlt, so daß er Grotten bildet, welche unter dem Namen der Grotten von Pranal bekannt sind. Der Basaltstrom selbst ruht auf einer Schicht von wohl abgerundeten Geröllen, welche offenbar einst das Bett der Sioule bildeten und ist prismatisch gespalten je nach der Fläche, die er berührt.

Im Allgemeinen bilden die Basalte der Auvergne die oberste Schicht §. 1096.
des Bodens, durch welche die Trachyte theilweise durchgebrochen sind; indeß finden sich an einigen Stellen merkwürdige Zwischenlagerungen des

Basaltes mit den jüngeren tertiären Süßwasserkalken der Auvergne, deren im ersten Bande Erwähnung gethan wurde. An dem Gergovia finden sich horizontale Basaltgänge, eingesprengt zwischen die Lager des Süßwasserkalkes, welcher dadurch eine vollkommene Veränderung erlitten hat. An dem Fuße des Berges sieht man die Kalklager durchaus unverändert, während in der Höhe, wo die Basaltgänge zwischen sie eindringen, der Kalk vollkommen krystallinisch geworden und mannichfach zerklüftet ist. In dieser krystallinischen Masse finden sich bedeutende Quantitäten basaltischen Gesteines eingesprengt. Es unterliegt somit keinem Zweifel, daß der Basalt des Gergovia erst nach der Ablagerung des Süßwasserkalkes aus der Erde hervorbrach und eine bedeutende modificirende Einwirkung auf denselben ausübte.

§. 1097. Die geologische Epoche, in welcher die Basalte der Auvergne erschienen, kann durch das eben erwähnte Beispiel, so wie durch manche andere mit genügender Sicherheit ermittelt werden. Bei St. Privaz de l'Allier befindet sich eine Basaltmasse, welche mehre über einander gelagerte Säulenabtheilungen zeigt, die durch bedeutende Schlackenlager von einander getrennt sind. Innerhalb dieser Schlackenlager hat man Knochen von Hyänen, Hirschen und Nashörnern gefunden, welche von geflossenem Basalte überdeckt waren. Wahrscheinlich bewohnten die ersteren dieser Thiere Höhlen in dem älteren Basalte, und wurden durch einen neuen Ausbruch getödtet und begraben. Es zeigt sich aus diesem paläontologischen Ergebniß, daß die Basalte der letzten Epoche angehören, und daß seit ihrem Erscheinen keine bedeutende Veränderung mehr den Boden der Auvergne betroffen hat.

§. 1098. Indeß weisen viele Erscheinungen darauf hin, daß die basaltische Zeit eine Epoche von sehr langer Dauer war, während welcher in gewissen Zeiträumen Ausbrüche auftraten, die durch lange Perioden von einander getrennt waren. So findet man in dem Lavastrome des Tartaret vier über einander gelagerte Massen von Basalt, welche durch sehr lange Zwischenräume getrennt sein müssen, da ihre Oberflächen bedeutende Degradationen erlitten haben. Der Basalt ist aber eine von denjenigen Felsarten, welche am allerwenigsten verwittert, und man hat Römerstraßen in der Auvergne gefunden, welche, obgleich vor mehr als 2000 Jahren angelegt, dennoch kaum die geringste Veränderung erlitten hatten. Vergleicht man diesen für die menschliche Geschichte sehr langen Zeitraum mit den Erosionen, welche in den älteren Basaltströmen der Auvergne stattfanden, so ergiebt sich daraus eine fast unberechenbare Zeitdauer. Es finden sich mehre Localitäten, wo ein älterer Basaltstrom das ursprüngliche Bett eines Flusses erfüllt hat, so daß dieser genöthigt war, sich ein neues Bett zu graben. In diesem neuen Bette ist dann ein neuer Ba-

saltstrom geflossen, welcher den Fluß zum zweiten Male in seinem Laufe änderte; es mußte also zwischen dem Erscheinen des einen und des anderen Lavastromes eine Zeit verflossen sein, hinlänglich um eine bedeutende Erosion des älteren Stromes zu gestatten.

Das mineralogische Verhalten weist schon einen bedeutenden Unterschied §. 1099.
zwischen den älteren und neueren Basalten der Auvergne nach. Die älteren nähern sich mehr dem Phonolith, sind äußerst compact und zähe, und enthalten weniger Peridot als die neueren, welche sehr krystallinisch sind, Blasen und Zellenräume zeigen, ähnlich den neueren Laven, und eine große Menge von Peridot zerstreut oder selbst in Nestern enthalten. Ebenso zeigen sich bedeutende Verschiedenheiten hinsichtlich des geologischen Verhaltens insofern, als die neueren Basaltströme zu noch erhaltenen Kratern und Schlackenkegeln hinführen, während die älteren hauptsächlich aus Spalten hervorgequollen zu sein scheinen, und die etwaigen Schlackenkegel, welche sie besaßen, ohne Zweifel durch dieselben Ursachen weggeführt wurden, welche die bedeutendere Erosion der Thäler in der Auvergne bedingten, innerhalb deren die neueren Basaltströme sich ausbreiteten. Es weisen übrigens alle Erscheinungen darauf hin, daß die Basalte der Auvergne frei an der Luft, und nicht, wie man zuweilen wohl hat behaupten wollen, auf dem Boden von Gewässern geflossen sind, und daß sie demnach ihre prismatische Structur nicht der Berührung mit Meerwasser, sondern der geringen Neigung der Flächen, auf welchen sie strömten, und ihrer langsamen Erkaltung verdanken.

Die Basaltausbrüche des Val di Noto in Sicilien scheinen zu der- §. 1100.
selben Zeit stattgefunden zu haben, wie die neueren Basaltströme der Auvergne, nur mit dem Unterschiede, daß sie wirklich unter dem Meere flossen, und daß die neueren Tertiärschichten, mit welchen diese Basalte abwechseln, sich in den Zwischenzeiten der basaltischen Eruptionen ablagerten.

In dem Vicentinischen finden sich ähnliche Verhältnisse; dort ist es Nummuliten-Kalk, in welchem der Basalt Zwischenlager bildet. Es finden sich bedeutende Conglomerat-Schichten mit basaltischen Rollsteinen, auf welchen zum Zeugniß der Meeresbedeckung Austern, Serpeln und andere Meerthiere befestigt sind. Die Basalte selbst haben Mandelstein-Structur und mannichfache Blasenräume, welche meistens mit grüner Erde erfüllt sind, die man an einigen Stellen ausbeutet.

Die erloschenen Vulcane Deutschlands bieten manche interessante §. 1101.
Verhältnisse dar, welche in mancher Beziehung den oben beschriebenen der Auvergne sehr ähnlich sehen, obgleich ihr Verhalten bei weitem nicht so überzeugend auf den Zusammenhang der Basalte mit den Vulcanen

hinweist, als dies in der Auvergne der Fall ist. Man kann im Allgemeinen die älteren vulcanischen Gebilde, namentlich die Basalte und Phonolithe als eine weite Zone betrachten, welche im Westen in der Eifel beginnt, durch die rheinischen Basaltgebirge und die Trappe des Siebengebirges, den Westerwald, das Vogelsgebirge, die Hohe Rhön und das Erzgebirge bis nach Böhmen hin sich zieht und an allen diesen Orten eine große Menge eigenthümlicher Erscheinungen darbietet, welche einer näheren Erörterung bedürfen.

§. 1102. Im Allgemeinen bieten die deutschen Basalte weite horizontale Lager dar, welche meistens auf Schichten von Wacken, vulcanischem Sand- und Bimsstein, auf Thon und Braunkohlenlagern aufruhen, und sehr oft die obersten platten Gipfel der Höhenpunkte bilden, so daß man ihrer Lagerung nach sie als die obersten Schichten der geologischen Formationen betrachten konnte. In der That verfiel auch Werner in diesen Irrthum, indem er die Basalte mit den Braunkohlen zu einer und derselben Formation zählte und behauptete, daß sie wie andere Schichten im Wasser sich abgesetzt hätten. Dieser Irrthum, welcher im Anfange dieses Jahrhunderts die heftigsten Streitigkeiten hervorrief, wurde noch bekräftigt durch den Umstand, daß die meisten deutschen Basaltlager keine Schlacken auf ihrer Oberfläche zeigten und auch mit keinen Aschenkegeln in Verbindung gebracht werden konnten, so daß ihre Vergleichung mit Lavaströmen einige Schwierigkeiten hatte. An vielen Orten zeigten sich indeß bald Verhältnisse, welche bewiesen, daß die basaltischen Kuppen wirklich mit Gängen und Spalten in Verbindung standen, durch welche sie aus der Tiefe aufgestiegen waren, und sogar bei diesem Durchbruch die umliegenden Gesteine wesentlich verändert hatten.

§. 1103. In der sogenanten Pflasterkaute bei Eisenach, wo man den Basalt als Straßenmaterial ausbeutet, schritten die Arbeiten allmählich so weit vor, daß die schwammartige Gestalt der basaltischen Kuppe deutlich wurde und man den Contact des basaltischen Ganges mit den umliegenden Sandsteinschichten näher untersuchen konnte. Diese letzteren zeigten sich in der Nähe des Basaltganges merklich aufgehoben, und boten Veränderungen dar, welche ganz denen gleichen, die man an solchen Sandsteinen beobachtet, welche zur inneren Bekleidung von Hochöfen benutzt wurden. Der bunte Sandstein ist weiß oder schwärzlich geworden und hat so sehr seine Textur verloren, daß er mehr einem körnigen Quarzit gleicht oder selbst in Jaspis umgewandelt ist. Man findet viele eckige Bruchstücke des Sandsteines von der Basaltmasse umschlossen und in diese eingesprengt, ein Beweis, daß der Basalt in flüssigem Zustande durch den zertrümmerten Sandstein in die Höhe gestiegen sein muß. An einigen Stellen hat der Sandstein durch die Einwirkung der Hitze

ganz dieselbe prismatische Zusammensetzung erhalten, wie die Basalte selbst.

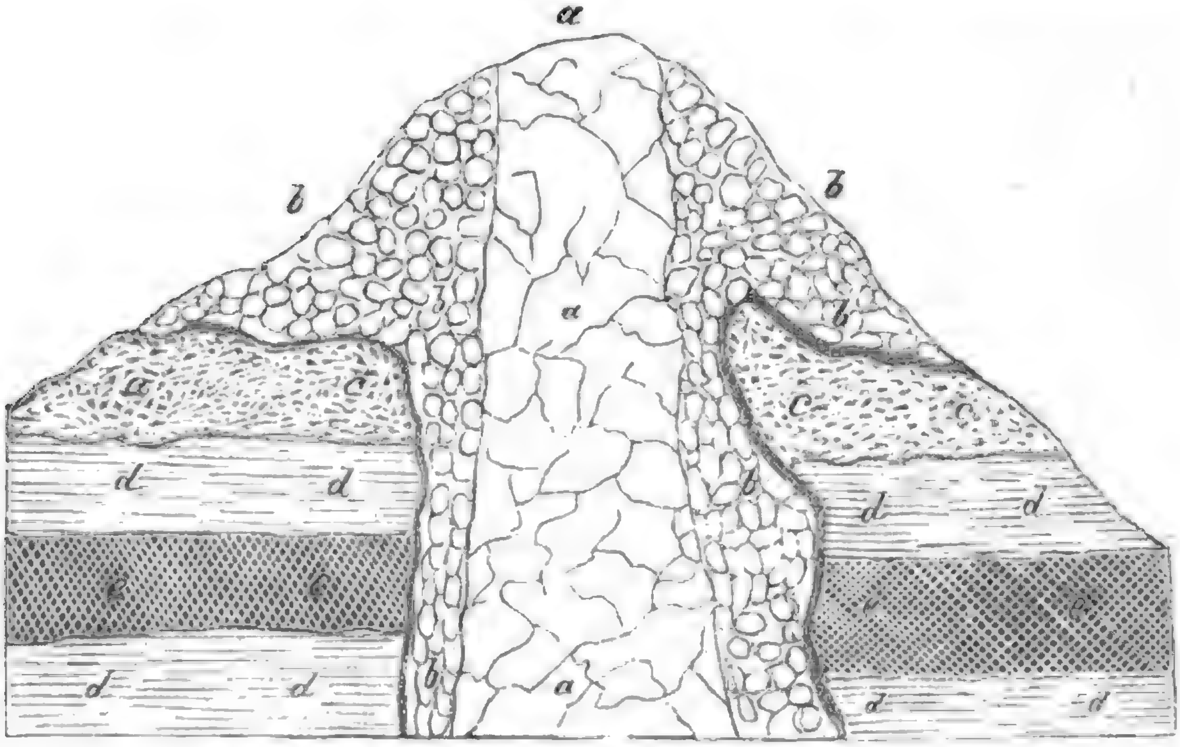
Andere Beispiele aus den deutschen Gebirgen beweisen indessen auf §. 1104.
das Deutlichste, daß der Basalt durch Gesteine aller Art durchgebrochen ist, und daß die Epoche seiner Erscheinung verhältnißmäßig neuer war, als der Absatz aller älteren geschichteten Formationen. So findet sich in der Nähe von Kissingen bei Donau-Eschingen, an dem Südabhange der schwäbischen Alp, ein Basaltgang, welcher durch die jurassischen Mergel und zwar der oberen Abtheilung durchgebrochen ist, und mauerförmig über dieselben sich erhebt. Dieser basaltische Gang schließt ziemlich viele Fragmente von Mergeln ein, welche indeß nicht denjenigen Mergeln angehören, durch welche er zu Tage geht, sondern vielmehr durch die Fischabdrücke und andere Fossilien, die sich darin finden, als zur Liasgruppe gehörig sich ausweisen. Diese Einschlüsse beweisen offenbar, daß der Gang aus der Tiefe hervorgebrochen ist, indem er sonst nicht Fragmente einschließen könnte, welche weit tiefer liegenden Schichten angehören.

Der Meißner im Kurfürstenthum Hessen ist eine der bekanntesten §. 1105.
Bergkuppen wegen der besonderen Lagerungsverhältnisse, die er darbietet. Die Basis des Gebirges wird aus steil geneigten Schichten von Muschelkalk und buntem Sandstein gebildet, über welchen eine horizontale Schicht von thonigem Mergel ausgebreitet ist, welche bedeutende Braunkohlenlager enthält. Der Thon wird zur Fabrication der berühmten hessischen Tiegel, die der bedeutendsten Glühhitze widerstehen, die Braunkohle als Brennmaterial ausgebeutet. Ueber der Braunkohle befindet sich ein horizontales Lager von compactem Basalte, der durch eine Zwischenschicht von Sandstein von dem Thon und den Braunkohlen getrennt ist. Weiter nach oben hin bekommt der Basalt eine schalige, plattenförmige Structur und geht an der Oberfläche des Berges in einen förmlichen Dolerit über. Die Ausbeutung der Braunkohle hat entdecken lassen, daß das horizontale Basaltlager mit einem Gange zusammenhängt, welcher die Braunkohlenschicht durchbrochen hat. An den Berührungsstellen des Basaltes mit der Braunkohle ist diese letztere in Anthracit und Graphit umgewandelt, ein Beweis, daß der Basalt in noch heißem flüssigen Zustande die Braunkohle durchbrach. Daß diese nicht verbrannte, sondern nur mehr verkohlt wurde, erklärt sich ebenso gut, wie die Erhaltung von verkohlten Baumstämmen unter glühenden Lavaströmen aus dem Umstande, daß der flüssige Basalt, welcher über das Braunkohlenlager sich hin ergoß, von diesem den Zutritt der Luft abhielt und somit ein gänzliches Verbrennen verhinderte.

Aehnliche Verhältnisse, wie an dem Meißner, zeigen sich an dem soge- §. 1106
nannten Ziegenkopfe am Habichtswalde in der Nähe, nur mit dem Unter-

schiede, daß vielleicht nirgends so schön die schwammförmige Gestalt einer Basaltkuppe und das Verhältniß des Schwammes zu dem inneren Gange hervortritt, als an dieser Kuppe, wo bergmännische Arbeiten die Verhältnisse aufdeckten. Der Boden der Gegend selbst wird von abwechselnden Schich-

Fig. 413.



Durchschnitt des Ziegenkopfes am Habichtswalde.
a. Compacter Basalt. *b.* Basalt-Conglomerat. *c.* Tertiärer Sand. *d. d.* Thonlager. *e.* Braunkohlen.

ten von tertiärem Sande (*c*), Thon (*d*) und Braunkohlen (*e*) gebildet, die man ausbeutet. Alle diese Schichten sind von einer gewaltigen Basaltmasse durchbrochen, welche senkrecht aufsteigt, in der Mitte aus compactem Basalte gebildet wird (*a*), während seitlich dieser compacte Basalt von mächtigen Conglomeraten eingehüllt wird. In der Nähe der Conglomerate sind die Braunkohlen verkocht und verändert.

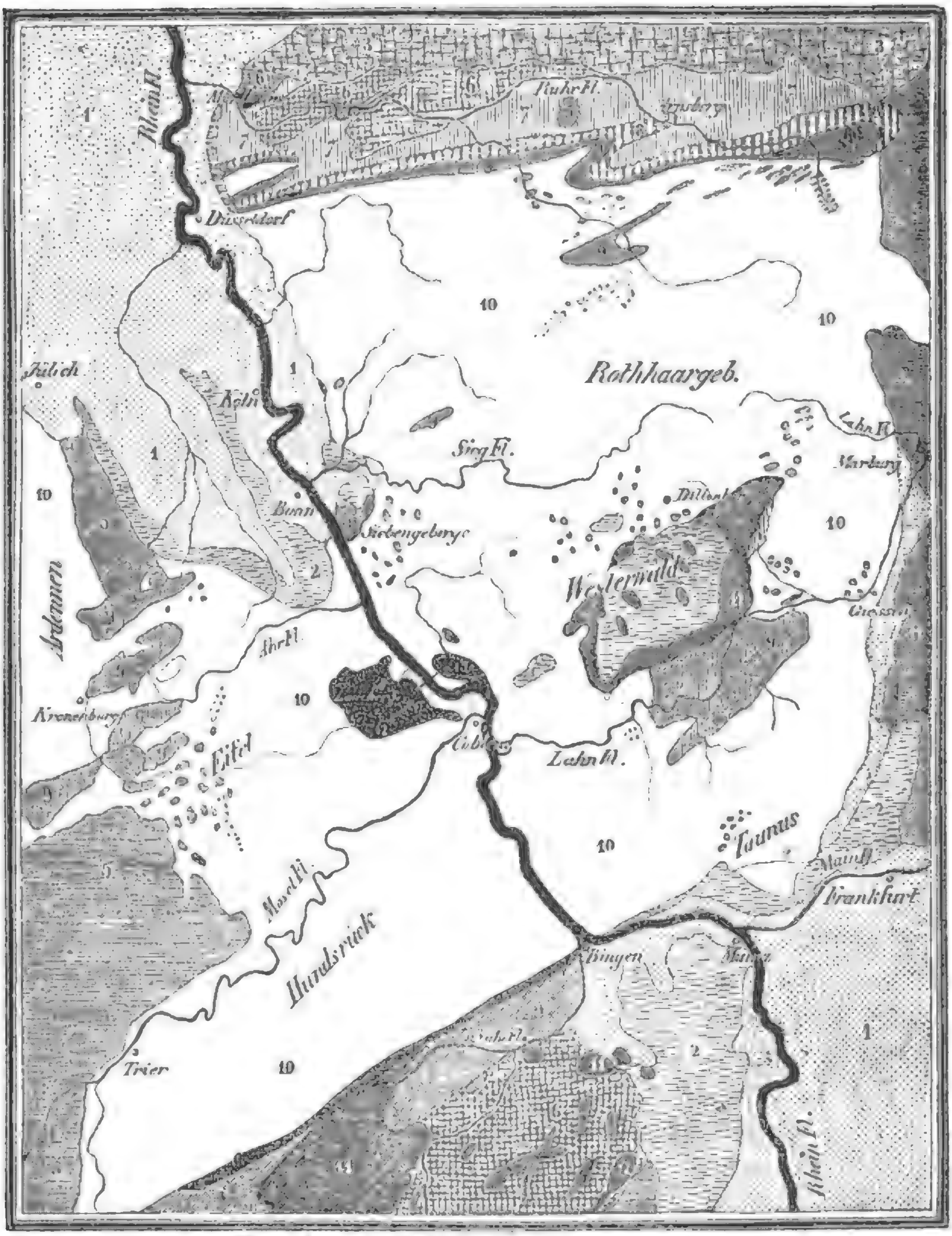
§. 1107. Wie in den eben angeführten Beispielen vom Ziegenkopfe und vom Meißner, so zeigen sich auch an den meisten Orten Deutschlands die Basaltfelder in innigem Zusammenhange mit den Braunkohlenablagerungen, von welchen sie meist durch mehr oder minder bedeutende Lager basaltischer Wacken getrennt sind. Die Wacken sind, wie schon früher angedeutet wurde, eigenthümliche Ablagerungen basaltischer Trümmermassen, welche meist unterhalb einer Bedeckung von Wasser sich auf's Neue schichteten und zusammengebacken wurden und deßhalb sehr häufig Abdrücke von Blättern, Früchten und anderen vegetabilischen Resten enthalten. Oefters wechseln sie in vielfach wiederholter Reihenfolge mit den Basalten ab, und man hat in Böhmen Basaltfelder beobachtet, wo eine solche Wechselschichtung der

Wacken mit compacten und oft auch prismatisch abgesonderten Basaltschichten bis in's Hundertfache sich wiederholt.

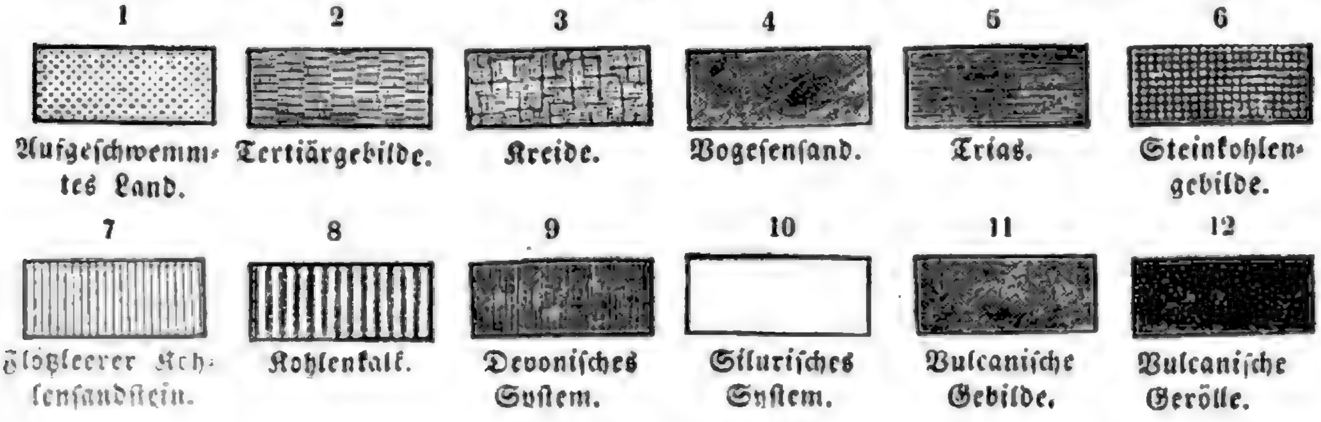
Bedenkt man nun, daß die Braunkohlenlager theils aus überschwemm- §. 1108.
ten Wäldern, theils aus modificirten Torfablagerungen hervorgingen, mithin die Niederungen des Landes einnahmen, so ergiebt sich die Erklärung dieser Verhältnisse auf die ungezwungenste Weise. Der Basalt brach flüssig durch Spalten aus der Tiefe hervor, floß nach den überschwemmten Niederungen und bedeckte diese mit weit ausgedehnten Lavaströmen, und da die Perioden, während welcher sich diese Erscheinungen fortsetzten, ungemein lange Zeiträume umfaßten, so konnten öftere Wechsel von Ueberschwemmungen, basaltischen Aschenregen, welche in den Wasserbecken die Wackenschichten bildeten, und basaltischen Lavaströmen auf einander folgen. Zuweilen selbst wurden die Wacken erst nach ihrer vollständigen Consolidation von dem in feurigem Flusse befindlichen Basalte überdeckt, und dadurch an einigen Orten prismatische Absonderungen der Wacken bedingt.

Bei genauerer Untersuchung der vulcanischen Gebilde Deutschlands §. 1109.
ließen sich indeß außer den angeführten Erscheinungen viele andere Verhältnisse finden, welche bewiesen, daß außer dem Ausbruche der Basalte durch Spalten in Deutschland auch wirkliche Krater, Schlackenkegel mit Lavaströmen und weite Ausdehnungen von vulcanischen Auswürflingen, Sand, Bimsstein und Asche sich fanden. Die Vulcane der Eifel, welche bis in die Nähe von Coblenz auf dem linken Rheinufer sich hinziehen, und auf der beiliegenden Karte des rheinischen Uebergangsgebirges sich in ihrer Lage nebst dem Westerwalde und dem Rande des Vogelsberges zeigen (siehe Fig. 414), sind in dieser Beziehung eine klassische Gegend geworden. Auf einem Gebiete, das etwa 60 Quadratmeilen umfassen mag, findet sich hier eine Menge vulcanischer Durchbrüche durch die Grauwackenschiefer des silurischen Systems und durch die Kalk- und Sandsteinschichten der devonischen Gebilde. Man kann im Allgemeinen die vulcanischen Gebilde der Eifel in zwei Abtheilungen bringen; diejenigen der hohen Eifel bestehen besonders aus festen Basalten, welche Kuppen bilden und wenig lavaartige Ausbreitungen erzeugt haben; in der niederen Eifel finden sich ebenfalls nur sehr wenige Lavaströme, deren Oberflächen compact und nie so schlackig und zerrissen sind, als die basaltischen Lavaströme der Auvergne. In der niederen Eifel zeigen sich aber die feiner zertheilten basaltischen Auswürfe, die Rapilli's, Bimssteine und der vulcanische Sand in ungeheurer Masse entwickelt. Eine besondere Eigenthümlichkeit der Eifeler Vulcane beruht ferner in der Bildung einer Menge mehr oder minder kreisförmiger Seen und Teiche, deren viele wohl als Krater betrachtet werden müssen, während andere vielleicht eine ähnliche Entstehungsweise haben mögen, wie jene trichterförmigen Vertiefungen, deren wir oben bei

Fig. 414.



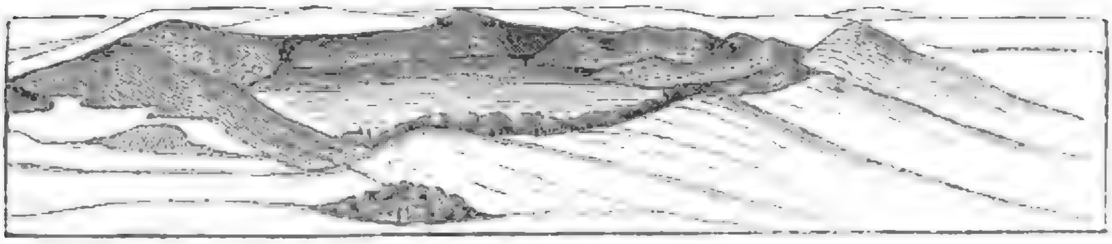
Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.



den Erdbeben gedachten. In der Eifel selbst werden diese kreisförmigen vulcanischen Seen Maare genannt.

Das größte dieser Maare ist der Laacher See in der Neuwieder §. 1110.
Gruppe der unteren Eifeler Vulcane gelegen. Dieser See (Fig. 415) bil-

Fig. 415.



Ansicht des Laacher See's.

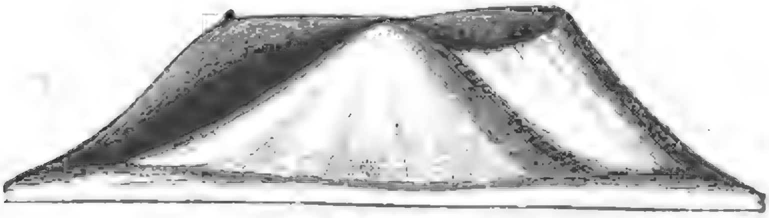
det ein elliptisches Becken von bedeutender Tiefe, rings umgeben von Schlacken und Rapillihügeln, die bis in bedeutende Entfernung sich hinerstrecken. Er liegt im Mittelpunkte eines Sternes von Spalten, die radienförmig nach allen Richtungen hin ausstrahlen und so die hügelartige Form der Umgebung bedingen. Noch fortdauernde vulcanische Thätigkeit läßt sich in der Umgebung des Laachersee's schon daraus erkennen, daß eine große Anzahl von Spalten und Rissen existirt, aus welchen beständig ungeheure Mengen kohlensauren Gases hervorquellen; man hat sogar in einigen natürlichen Vertiefungen in der Umgebung dieses See's die Leichen vieler kleiner Thiere gefunden, welche durch die beständigen Ausströmungen der Kohlensäure erstickt waren. Nirgends in der Eifel sind diese Mofetten so häufig, als eben in der Umgebung des Laachersee's, dessen Untersuchung noch zu keinem befriedigenden Resultate über seine eigentliche Natur geführt hat. Trotz der bedeutenden Menge von Rapilli's und Asche, welche in der Umgegend zerstreut sind, kann man den See nicht für einen gewöhnlichen Krater halten; die Form seiner Ufer widerspricht sowohl dieser Ansicht, als auch seiner Annäherung an die Erhebungskrater, welche stets steil nach innen abgerissene Wände besitzen; am wahrscheinlichsten mag noch die Ansicht sein, daß hier nur gasförmige Explosionen, wie jetzt aus den Vulcanen der Anden, stattfanden, welche die Trümmer umherstreuten und daß der See sich durch Einsturz und Versenkung bildete, die vielleicht mit Explosionen von Wasser verbunden waren, wie die trichterförmigen Oeffnungen, welche in Calabrien bei dem Erdbeben sich bildeten, Wasser auswarfen, in Form kleiner runder Löcher zurückblieben und deren Umgebungen ebenfalls solche sternförmige Risse zeigten, wie der Laachersee.

In derselben Neuwieder Gruppe, welcher der Laachersee als Mittel- §. 1111.
punkt dient und die von dem Flüßchen Nette im Süden, dem Flüßchen Brühl im Norden begränzt wird, zeig sich eine große Anzahl trachytischer Durchbrüche, namentlich im Westen des Laachersee's, die hohe kup-

pelförmige Berge bilden, welche in weitem Kreise von trachytischen und basaltischen Tuffen umgeben sind. Hierher gehören namentlich der Lierenkopf, der Engelerkopf, der Perlenkopf und die mit der verfallenen Burgruine gleichen Namens gekrönte Nurburg, die um deswillen besonders interessant ist, als sie einen Krater besitzt, der von gelbbraunem schlackigem Trachyte und trachytischen Conglomeraten aufgehäuft ist, und dessen Seitenwand offenbar später von einem Basaltgange durchbrochen wurde, so daß also hier offenbar der Basaltausbruch dem trachytischen folgte und durch eine Seitenspalte des trachytischen Vulcanes als Lavastrom hervorbrach.

Ferner findet sich in der Neuwieder Gruppe eine große Menge schöner, wohl charakterisirter basaltischer Krater, conisch aufgehäuft aus Basaltblöcken, Rapilli's und vulcanischem Sande, welche öfters schönen basaltischen Lavaströmen mit prismatischer Structur Ursprung gegeben haben. Der Nickenicher Sattel (Fig. 416), obgleich einer der kleinsten dieser Krater, verdient seiner regelmäßigen Form wegen eine besondere Aufmerksamkeit. Es ist ein vollkommener, horizontal abgestutzter Kegel mit weiter

Fig. 416.



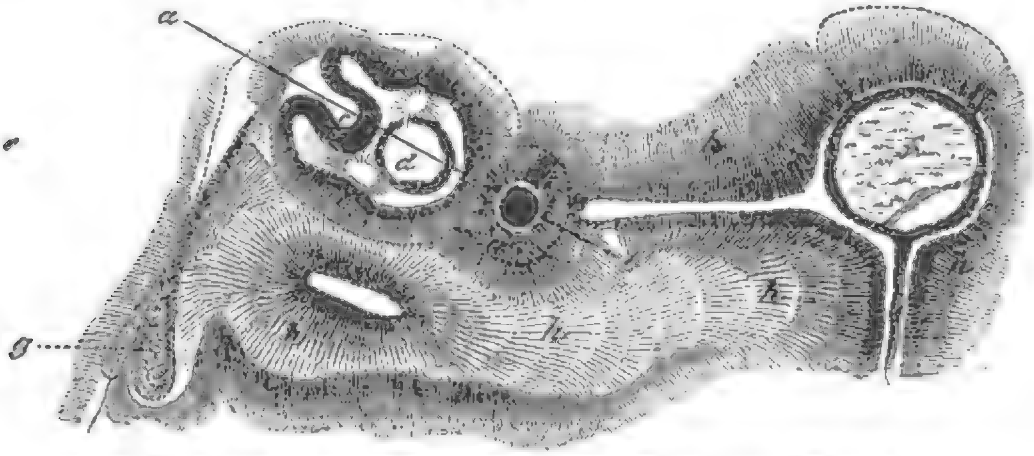
Der Krater des Nikenicher Sattels.

Mündung, welcher auf der einen Seite durch Einsturz und Lavadurchbruch geöffnet ist, so daß man in das Innere gelangen kann. Aehnliche basaltische Krater sind die Kunkskköpfe, der Steinberg, der Bausenberg, der Krater von Boos und vor allen der Hochsimmer, ein gewaltiger Kegel, der sich bis zu 1100 Fuß über dem Flußspiegel der Nette erhebt, aus Rapilli's von Basalt gebildet ist und etwa in einem Drittel seines Umfanges durch Ströme von porösem schlackigen Basalte, die aus dem Krater ausgeflossen sind, zerstört ist. Der Kegel selbst ruht auf einer Basis von sandigem Grauwackenschiefer und sein Krater mag etwa drei Achtel einer englischen Meile oder 600 Meter im Durchmesser haben. Die weiten Basaltfelder von Niedermendig und Kottenheim, wo poröser, sehr harter Basalt, der sehr oft prismatische Structur zeigt, zu Mühlsteinen ausgebeutet wird, scheinen nur seitliche Ausbrüche des Hochsimmers zu sein, und zu diesem etwa in einem ähnlichen Verhältnisse zu stehen, wie der seitliche Strom der Eruption von 1669 zu dem Aetna.

§. 1112. In der hohen Eifel sind der Mosenberg und der Vulcan von Gerol-

stein besonders wichtig. Der Mosenberg (Fig. 417) bildet ein hohes Plateau aus schieferiger Grauwacke, auf dessen Mittelpunkte sich drei hart an

Fig. 417.



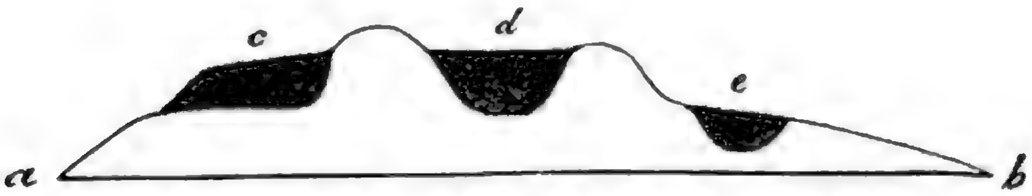
Plan des Mosenberges und des Meerfelder Maars.

a. b. Linie des Durchschnittes Fig. 418. *c.* Aeußerer seitlich durchbrochener Krater. *d.* Zweiter Krater, mit Torf ausgefüllt. *e.* Dritter Krater. *f.* Das Meerfelder Maar. *g.* Basaltischer Lavastrom. *h.* Grauwacke.

Die Ausdehnung der vulcanischen Gebilde ist durch eine punktirte Linie angedeutet.

einander gelagerte in derselben geraden Linie fast genau von Nord nach Süd an einander gereihte Krater befinden. In einiger Entfernung von den Kratern liegt das Meerfelder Maar, größtentheils mit Wiesengrund erfüllt, in dessen einer Ecke nur noch ein kleiner Teich mit einem Abflusse nach außen besteht. Die Krater selbst bestehen aus kegelförmigen Aufschüttungen röthlichbrauner Basaltschlacken. Der südwestlichste dieser Krater (*c*) (siehe den Durchschnitt Fig. 418) ist auf der einen Seite zerstört, so daß

Fig. 418.

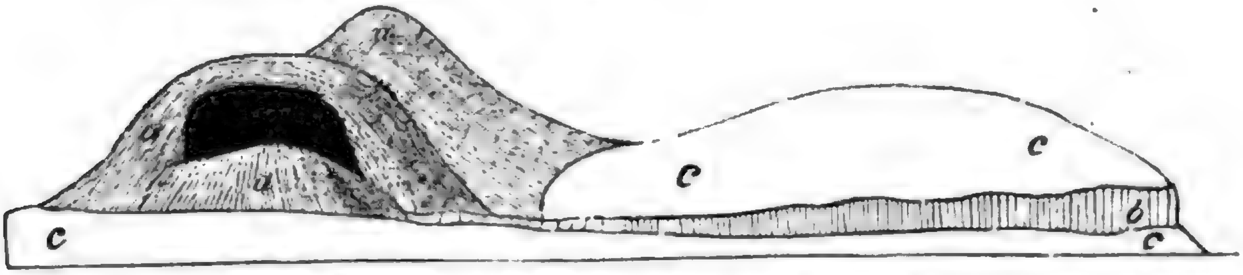


Durchschnitt des Mosenberges nach der Linie *a. b.* auf Fig. 417.
c. d. e. Die drei Krater.

er nur noch eine hufeisenförmige Gestalt besitzt. Aus der Oeffnung ist ein röthlichbrauner Lavastrom hervorgebrochen, der in der Nähe des Kraters eine Anhäufung loser Blöcke bildet und bei starkem Falle in das Thal nur Blöcke und Schlacken hinterlassen hat. Je weiter aber dieser Strom in das Thal vorrückt, desto mehr verändert sich sein Ansehen; sein Fall wird geringer, die Farbe schwärzlich, die Masse compact und nach seinem Ende hin, wo der Fall mehr abnimmt, erweitert er sich beutelförmig, wird höher, zeigt säulenförmige Absonderung und charakterisirt sich endlich als

vollkommener Basalt. Von Süden her betrachtet (Fig. 419) bietet demnach der Mosenberg mehre Schlackenhügel dar, deren vorderster einen basaltischen Strom ausgespieen hat, welcher längs des Grauwackenhügels

Fig. 419.



Ansicht des Mosenberges von Süden her.
a. Schlacken- und Lavenblöcke. *b*. Basaltstrom. *c*. Grauwacke.

thalabwärts geflossen ist. Der zweite Krater (*d*), welcher noch seine runde Form bewahrt hat, bietet äußerst steile, blasige Wände dar, in welchen sich Lücken und Höhlungen zeigen, oft groß genug, um mehre Menschen darin aufnehmen zu können — sein Boden ist mit Torf ausgefüllt. Der dritte Krater endlich (*e*) hat ebenfalls seine runde Form behalten und ist weniger hoch, als die beiden anderen. Das Maar, welches in einiger Entfernung von den Kratern liegt und eine halbe Stunde etwa im Umkreise hat, ist rundum von Grauwacke umgeben und nur auf der Seite nach Meerfelden hin zeigen sich Anhäufungen brauner Rapilli und vulcanischer Asche, ganz ähnlich denen, aus welchen der Mosenberg selbst aufgeschüttet ist.

§. 1113. Wenn an dem Mosenberge der Zusammenhang des Basaltes mit den Schlackenhügeln und Kratern ebenso evident ist, als er nur irgend an einem noch jetzt thätigen Vulcane zwischen einem Lavastrome und einem Eruptionskegel sein kann, so ist der Vulcan von Gerolstein vorzüglich geeignet, die Einwirkung vulcanischer Eruptionen auf die benachbarten Gesteine darzuthun. Die Umgegend von Gerolstein wird von einem Uebergangskalke gebildet, der dem devonischen Systeme beigezählt werden muß. In der Mitte dieser sehr versteinerungsreichen Schichten findet sich eine kesselförmige Kratervertiefung, die auf einer Seite von einem parasitischen Hügel begränzt wird, der aus graubrauner, sehr rauher und poröser, schlackiger Lava gebildet wird. Eine große Menge von Lava ist in mehren Strömen aus dem Krater und dem Eruptionshügel hervorgebrochen und hat sich in das benachbarte Thal ergossen. In der Nähe des Kraters und der Lava nimmt der Kalksteine eine körnige, krystallinische Beschaffenheit an; seine Schichtung geht mehr und mehr verloren; es zeigen sich bedeutende verticale Spalten und Höhlungen; die Versteinerungen, die anfangs noch sichtbar waren, gehen nur ganz in der Nähe des Kraters verloren. Der ganze Kalkstein enthält in der Nähe des Kraters Bittererde, ist also

in Dolomit umgewandelt und selbst die wohl erkenntlichen Fossilien enthalten wirklichen Dolomit — ein offenbarer Beweis, daß die Magnesia erst durch die vulcanische Einwirkung in den Kalkstein übergeführt wurde, da man bis jetzt wenigstens kein Thier kennt, welches dolomitische Schalen absetzte und dieselben Arten weiterhin im unveränderten Kalkstein auch nur kalkhaltige Schalen zeigen.

Es würde zu weit führen, hier noch der übrigen erloschenen Vulcane §. 1114.
Deutschlands und der basaltischen Bildungen einzeln zu gedenken, da sich dieselben überall mit denselben Charakteren wiederholen. Prachtvolle Säulenabsonderungen, theils den eigentlichen Basalten, theils den Trappgesteinen angehörig, finden sich im Siebengebirge, dem Westerwalde, Vogelsberge, auf der hohen Rhön und in Böhmen; überall fast bilden die Basalte entweder breite ausgedehnte Felder und Hochplateau's mit hie und da ausgeschnittenen Thälern und Rissen oder breite kuppenförmige Höhen, wahrscheinlich Schwämme, die mit einem aus dem Inneren aufsteigenden Stiele in Verbindung stehen; die hohe Rhön ist noch eigenthümlich durch die Entwickelung der Phonolithe, deren wir eben gedachten. Es kann somit kein Zweifel bleiben, daß Deutschland einst der Sitz gewaltiger vulcanischer Erscheinungen war, welche in der relativ jüngsten geologischen Epoche statthatten, da ihre Producte sogar die Braunkohlen und ähnliche neuere Ablagerungen durchbrochen haben. Die ausführliche Beschreibung einzelner dieser Verhältnisse schien um deswillen nöthig, als die deutschen Basalte durch den so häufigen Mangel von Schlacken und Aschen am meisten eine Verschiedenheit von den jetzigen vulcanischen Producten bethätigen und deshalb zu Meinungsverschiedenheiten Anlaß gaben, die jetzt wohl allgemein verglichen sind, die aber in einem anderen Lande nicht hätten entstehen können und auch in Deutschland gewiß nicht entstanden wären, wenn das Erzgebirge statt Basaltplateau's und Felder solche Aschenkegel und Lavaströme besessen hätte, wie wir aus der Eifel beschrieben haben.

Zu den basaltischen Gesteinen gehören noch manche eigenthümliche §. 1115.
Felsarten, welche alle in ihrem äußeren Verhalten den ächten Basalten sehr ähnlich sehen, durch ihre innere Zusammensetzung aber einige Verschiedenheiten darbieten. Es würde zu weit führen, hier auf diese verschiedenen Felsarten näher einzugehen, da dieselben in ihrem übrigen Verhalten keine Eigenthümlichkeiten besitzen; nur die Melaphyre verdienen, ihrer geologischen Wichtigkeit wegen, eine besondere Berücksichtigung. Die Seltenheit des Peridots läßt den Melaphyr meist leicht von dem Basalte unterscheiden, dem er im Uebrigen durch seine dunkelschwärzliche Masse sehr ähnlich sieht. Der Melaphyr zeigt sehr häufig eine mandelförmige Structur mit eingesprengten Drusen von Agathen und Hämatiten. Die Mandeln sind meistens an dem Rande der Masse entwickelt und sehr

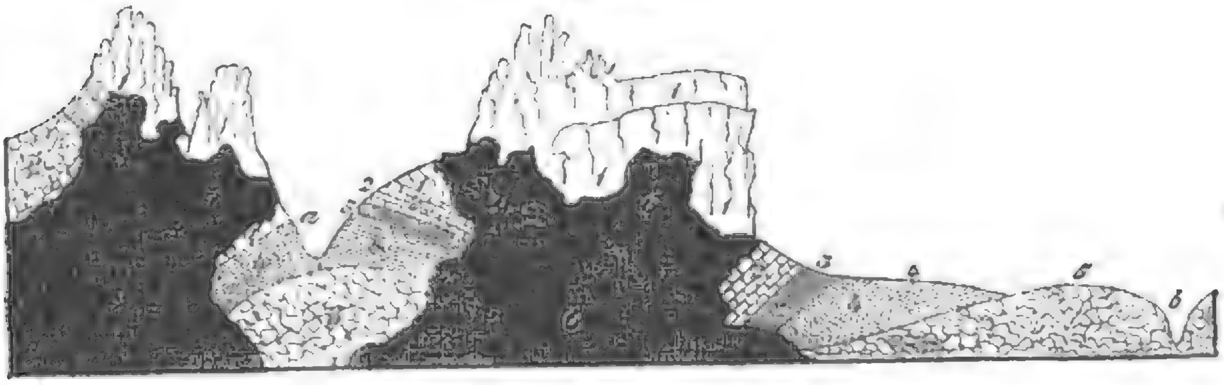
häufig in einer und derselben Richtung abgeplattet, eine Erscheinung, welche auf Bewegung unter starkem Druck nach einer bestimmten Richtung hindeutet. An manchen Orten scheinen die Melaphyre in massivem Zustande als gewaltige Conglomeratmassen aus der Tiefe gedrungen zu sein; wenigstens hat man in Caltonhill bei Edinburgh Melaphyrmassen gefunden, deren Conglomerate deutlich Reibungsstreifen und geglättete Flächen zeigen, und zerquetschte Steinkohlenmassen enthalten, offenbar ein Beweis, daß diese Conglomerate im festen Zustande heftigem Reibungsdrucke ausgesetzt waren. Die Agathe sind in diesen melaphyrischen Conglomeraten sehr häufig, und ihre gebänderte Structur scheint zu beweisen, daß die Quarzlösung, welche sie bildete, von außen her durch Infiltration eindrang. Sehr oft findet man selbst den Punkt, von welchem aus diese Infiltration geschah, deutlich in der Agathdruse angezeigt, und an vielen Stellen ist es sehr erweislich, daß erst nachher, nachdem die Agathdruse schon gebildet war, eine Compression des Conglomerates statthatte, wodurch die Agathdrusen seitlich zusammengedrückt wurden. Eine der berühmtesten Lagerstätten solcher Agathe findet sich in der Nähe von Oberstein in Tyrol.

§. 1116. Das südliche Tyrol bis zu den Umgebungen von Lugano ist die klassische Gegend für den Melaphyr, sowie für die Verhältnisse desselben den geschichteten Gesteinen gegenüber. Die Malaphyre finden sich hier in großen Massen und oft begleitet von gewaltigen Conglomeratschichten, wahren Melaphyrtuffen, die hier und da Spuren von Schichtung zeigen und Bruchstücke der Kalksteine enthalten, durch welche die Melaphyre durchgebrochen sind. An einigen Orten zeigen diese Tuffe sogar Spuren von Schichtung, indem sie in einzelne dünne Lager von Bruchstücken aller Art, und Fragmenten sehr verschiedener Größe sich absondern. Zuweilen sind diese Fragmente so schlackenartig, daß man an eine lavaähnliche Natur der ganzen Masse glauben könnte, in anderen Fällen wieder scheint der Kalk gänzlich zu Pulver zermalmt, und wieder zusammengekittet durch den Melaphyr.

Man findet in dem Thale von Lugano Kalksteinfragmente von ziemlich bedeutender Größe in den Melaphyr eingelagert, die durchaus keine Veränderung zeigen, und in dem Fassathal sowie bei der Brücke von Moena in der Nähe von Lugano zeigen sich Melaphyrgänge, welche den Kalkstein durchbrochen haben, ohne daß derselbe in seinem Verhalten und seiner Zusammensetzung verändert schiene, mit Ausnahme der unmittelbaren Begränzung, welche bis zu einigen Millimetern Tiefe etwas krystallinischer geworden zu sein scheint. Ebenso wenig sind die rothen Sandsteine, welche in den genannten Gegenden häufig mit den Melaphyren in Berührung sind, durch dieselben verändert worden. Es zeigt sich mithin

aus diesen Beispielen, daß die Melaphyre keine bedeutenden Contactwirkungen ausübten, während sie, wie wir sogleich sehen werden, eine sehr bedeutende Wirkung in die Ferne übten und mit den gewaltigsten metamorphischen Erscheinungen im innigsten unverkennbaren Zusammenhange stehen.

Fig. 420.



Durchschnitt des Fassathales in Tyrol.

1. Dolomit. 2. Geschichteter Kalkstein. 3. Gyps. 4. Rother Sandstein. 5. Rother Porphyr. 6. Melaphyr.
a. Fassathal. *b*. Eisackthal.

Das Fassathal in Tyrol mit seiner nächsten Umgebung, von welcher §. 1117.
wir hier einen Durchschnitt geben, läßt die Verhältnisse des Melaphyrs in den Alpen, sowie diejenigen der rothen Sandsteine, der Dolomite und Kalke in ihrer gegenseitigen Verkettung am besten überschauen. Die mächtigen Kalklager des südlichen Tyrols bestehen aus einem rothen, wohlgeschichteten, compacten Kalksteine (2), welcher durch seine Ammoniten dem Jura-Kalke angehört. In der Nähe der Gegenden, in welchen die Melaphyre (6) hervortreten, verlieren diese Kalksteine allmählich ihre Schichtung und sind endlich durch ungeheure Massen von Dolomiten (1) ersetzt, welche gewaltige zerklüftete Felsmassen bilden, die über den anderen Gesteinen in hohen Gipfeln sich erheben. Die ausgezeichnet weiße Farbe dieser Felsmassen zieht von weitem die Blicke an; beim Nähertreten findet man körnige, leicht zerreibliche Dolomite, ohne irgend eine Spur von Schichtung, durch zahlreiche Spalten und Klüfte in senkrechte Felsen zerlegt, welche mauerartig emporragen und die seltsamsten Gebirgsformen darstellen. Der Langkofel im Grödenthale zeigt eine solche ungeheure Dolomitmasse von mehren tausend Fuß Höhe, aus senkrechten Wänden gebildet, an welchen keine Vegetation haftet, und vollkommen unersteiglich. Ueberall wo diese weißen Dolomitfelsen sich auf der Höhe des Gebirges zeigen, kann man sicher sein, daß auch die Melaphyre nicht fern sind. Diese brechen, wie der beigefügte Durchschnitt zeigt, in gewaltigen,

unförmlichen Massen aus der Tiefe hervor, und nach der gewiß gegründeten Ansicht Leopold von Buch's verdanken die tyroler Alpen ihr jetziges Relief großen Theils dem Durchbruche dieser Melaphyrmassen, welche sich überall als die letzte große eruptive Kraft darstellen, welche diese Gegenden betroffen hat. Die rothen quarzführenden Porphyre (5), welche in den gleichen Gegenden vorkommen, gehören ohne Zweifel einer älteren eruptiven Periode an, was namentlich daraus hervorgeht, daß man an den Ufern des Luganer See's Melaphyrgänge in dem Porphyr und Bruchstücke des Porphyrs in den Melaphyren beobachtet.

§. 1118. Der Uebergang der geschichteten rothen Kalksteine, welche Ammoniten enthalten, in zerklüftete, umgeschichtete, schneeweiße, dolomitische Massen läßt sich in Tyrol fast Schritt für Schritt nachweisen, und der Hügel Santa Agatha in der Nähe von Trento kann als auffallendes Beispiel dieser Umwandlungen angeführt werden. Auf der einen Seite besteht dieser Hügel aus weißem Dolomit mit einem leicht röthlichen Anfluge, der so zerklüftet und zerspalten ist, daß er aus freien Stücken in Sand zerfällt, und daß es unmöglich ist, in den anstehenden Massen eine frische Bruchfläche zu erhalten. Es ist natürlich, daß in einer so zersplitterten Masse sich keine Spur von Schichtung oder von Fossilien erhalten konnte; indeß scheint doch der röthliche Anflug der dolomitischen Masse darauf hinzudeuten, daß dieselbe aus einer Umwandlung des rothen, geschichteten Kalksteines hervorgegangen ist. Hiervon überzeugt man sich auch in der That an dem entgegengesetzten Abhange des Hügels, wo der rothe Kalkstein in plattenförmigen Schichten ohne die mindeste Veränderung zu Tage tritt. In der Nähe von Villafranca bei Nizza, sowie in dem Departement des Var an der südlichen Küste Frankreichs zeigen sich ähnliche Verhältnisse, ähnliche Umwandlungen geschichteter Kalksteine in Dolomit, und es herrscht hier nur der Unterschied, daß das verändernde Agens nicht zu Tage tritt, während es in Tyrol im Melaphyr vollkommen erkenntlich vorhanden ist.

§. 1119. Betrachtet man die Verhältnisse der Dolomite im südlichen Tyrol im Großen, so erscheinen dieselben in weitem Kreise um die Ausbruchsstellen des Melaphyrs gelagert, und es ergiebt sich hieraus schon die genaue Beziehung der Melaphyre zu den Dolomiten. Da die Erkenntniß dieser Thatsache, sowie die darauf gegründeten Folgerungen von dem wesentlichsten Einflusse auf die Entwickelung der neueren Geologie gewesen sind, so mag es hier zweckmäßig sein, Einiges über die Umwandlung der Kalksteine in Dolomit im Allgemeinen zu erwähnen.

Eine der ausgezeichnetsten Lagerungsstellen des Dolomites findet sich in dem deutschen Jura, wie schon früher Seite 289 des ersten Bandes erwähnt wurde. Die mannichfach zerklüfteten Massen des Dolomites zeigen sich in dem fränkischen Jura eingelagert in gewaltiger Entwickelung zwischen

durchaus unveränderten Kalkschichten und es hat dieser Umstand namentlich wesentlich dazu beigetragen, von manchen Seiten her die Umwandlung des Kalksteines in Dolomit verwerfen zu lassen, indem man behauptete, daß eine solche Umwandlung unmöglich habe stattfinden können, ohne daß zugleich entweder die überliegenden oder unterliegenden Massen bei der Umwandlung mit betheiligt worden seien. Man glaubte deshalb, daß der Dolomit des fränkischen Jura nicht einer Umwandlung des Kalksteines, sondern vielmehr einem unmittelbaren Absatze von Dolomit aus dem Meere seine Entstehung verdanke.

Es muß indeß wohl unterschieden werden zwischen compactem, ge- §. 1120.
schichtetem Dolomite mit muschlichtem Bruch, welcher sich ohne allen Zweifel durch unmittelbaren Absatz bildete, und dem krystallinisch körnigen Dolomite, der ebenso wie der krystallinische Kalkstein erst aus nachträglicher Umwandlung hervorgegangen ist. Diese Umwandlung ist sogar ohne Zweifel weit complicirter, da nicht nur eine Veränderung des Aggregatzustandes, wie in dem Kalksteine, sondern eine wirkliche Wegführung eines Antheiles Kalk und Ersetzung desselben durch Bittererde vorhanden ist. Der krystallinische Dolomit kann nicht aus einer einfachen Umwandlung geschichteten Dolomites hervorgegangen sein, schon aus dem einfachen Grunde, weil der Melaphyr in unmittelbarem Contacte meistens keine Einwirkung auf den Kalkstein gehabt hat; ebenso wenig kann der Dolomit als solcher in krystallinischem Zustande abgesetzt worden sein, denn wie wäre es denkbar, daß während Jahrtausenden, innerhalb welcher die geschichteten Kalkmassen sich bildeten, in demselben Meere an der einen Stelle sich Kalk, an der anderen Dolomit niederschlug, wie dies doch nothwendig der Fall hätte sein müssen, da die Kalkschichten in unmittelbarem Zusammenhange mit den dolomitischen krystallinischen Massen stehen?

Der krystallinische Dolomit muß demnach aus einer wahren Meta- §. 1121.
morphose des Kalksteines hervorgegangen sein, in Folge deren ein Gewichtstheil Kalk durch ein Gewichtstheil Bittererde ersetzt wurde. Die Untersuchung der Versteinerungen, welche sich in diesen umgewandelten Massen finden, bietet gewiß den stärksten Beleg zu der Umwandlung aus compactem Kalksteine. Die Schalthiere und Polypen bauen ihre Gehäuse aus reinem kohlensauren Kalk ohne weiteren Zusatz auf; wenn demnach in solchen Fossilien sich Bittererde findet, so kann diese nur nachträglich in dieselben eingeführt sein. In den meisten Fällen findet man freilich keine Versteinerungen mehr in den krystallinischen Dolomitmassen; die Petrefacten sind darin durch leere Blasenräume ersetzt; indessen wurden doch bei Gerolstein in einer kleinen dolomitischen Masse Polypen gefunden, welche noch vollkommen erkenntlich nach ihren zoologischen Charakteren waren, aber ein krystallinisches Gefüge zeigten, und in wahrhaften Dolo-

mit umgewandelt waren. Kann man nun annehmen, daß an dieser kleinen Stelle die Polypen ausnahmsweise die Eigenschaft hatten, sich ein dolomitisches Gehäuse zu bauen, während sie in der ganzen übrigen Eifel reinen Kalk absonderten?

§. 1122. Es fragt sich nun, auf welche Weise die Magnesia in das compacte Kalkgestein eingeführt wurde, eine Frage, die um so schwieriger ist, als die Bittererde eine durchaus feuerbeständige Substanz ist, welche in allen ihren Verbindungen keine Flüchtigkeit zeigt. Complicirt wird diese Frage noch durch das eigenthümliche Verhältniß der dolomitischen Massen zu den eruptiven Gesteinen, die nicht im Contact, sondern auf eine gewisse Entfernung hin wirken. Leopold von Buch hat deshalb angenommen, daß die melaphyrischen Eruptionen von Dampfausbrüchen begleitet waren, welche durch die Spalten und Erhebungsrisse des Gebirges sich einen Weg bahnten, und an gewissen Stellen den Kalk in Dolomit umwandelten. Daß diese Umwandlung gerade in einiger Entfernung der eruptiven Massen und nicht in Form unmittelbarer Berührung geschah, ist gerade ein wesentlicher Punkt der von Buch'schen Hypothese, welche durch die Beobachtung derjenigen Phänomene, die noch heute an unseren Vulcanen stattfinden, wesentlich unterstützt wird. Die Feuerbeständigkeit der Bittererde bildet keinen Einwurf gegen dieselbe; wir haben gesehen, daß eine Menge anderer feuerbeständiger Materien in den Vulcanen sublimirt wird mittelst des Wasserdampfes, der sich bei den Eruptionen entbindet, und in ähnlicher Weise konnte die Sublimation der Magnesia durch Hülfe von Dämpfen vor sich gehen, zumal da die Magnesia sehr leicht in fein zertheilten Zustand übergeführt werden kann, wie dies die Fabricanten wohl wissen, da sie bei der Calcinirung dieser Erde stets einen bedeutenden Verlust erleiden.

§. 1123. Daß diese mit Bittererde geschwängerten Dämpfe nur in einer gewissen Zone in mehr oder minder beträchtlicher Entfernung von den eruptiven Massen einwirkten, erscheint auf den ersten Blick freilich räthselhaft, läßt sich aber durch Hinweisung auf die vulcanischen Erscheinungen ebenfalls erklären. Es wurde schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß die Ablagerungen mineralischer Massen, welche in den Kratern und Solfataren stattfinden, nicht tief in das Innere dringen, sondern nur in Berührung mit der Luft und dem Sauerstoffe der Atmosphäre stattfinden. Bei dem Durchschnitte eines heutigen Vulcanes würde man deshalb die sublimirten Stoffe nur in einer gewissen Zone längs der Oberfläche erblicken, während die ganze innere Masse, durch deren Spalten die Dämpfe hindurchgingen, keine Spur von Ablagerungen zeigen würde. Gleiche Verhältnisse fanden bei der Dolomitisirung Statt. Die Dämpfe durchbrachen die zerklüfteten Kalksteine und übten erst da ihre Wirkung aus, wo die

Nähe der Oberfläche, das Vorhandensein von Wasser oder andere Verhältnisse, die wir heute nicht mehr bestimmen können, den Niederschlag der Bittererde bedingten.

Das Resultat des chemischen Processes, zu dessen näherer Erörterung §. 1124.
uns die nothwendigen Elemente abgehen, war die Ersetzung eines Atoms Kalkerde durch ein Atom Magnesia, während ein zweites Atom Kalk in seiner ursprünglichen Verbindung zurückblieb. Die Magnesia ist nicht, wie man etwa glauben könnte, einfach hinzugefügt, sondern hat wirklich die Kalkerde aus ihrer Verbindung ausgetrieben. Die Masse wurde deshalb nicht in ihrem Volumen vergrößert durch die Umsetzung in Dolomit, sondern im Gegentheile verringert, da das absolute Gewicht und das Volumen des Dolomites verhältnißmäßig geringer sind, als dasjenige des Kalkes. In der That verhält sich der Dolomit zu compactem Kalkstein hinsichtlich seines Volumens, wie 0,88175 : 1. Es folgt daraus, daß bei der Umwandlung des Kalkes in Dolomit die Masse entweder eine bedeutende Zusammenziehung erleidet, oder, wenn sie derselben nicht fähig ist, sich so sehr spalten müsse, daß die Risse und Klüfte mehr als ein Zehntel des Volumens der ganzen Masse betragen. Dies ist denn in der That auch der Fall gewesen. Alle Dolomitmassen, welche wir kennen, zeichnen sich durch ihre ungemeine Zerklüftung und Zersplitterung aus, und die meisten bedeutenden Höhlen finden sich nicht sowohl in Kalkgebirgen, sondern vielmehr in dolomitischen Gesteinen.

Wir betrachten demnach die krystallinischen Dolomitmassen, wie sie §. 1125.
in der Nähe eruptiver Gesteine vorkommen, als metamorphische Bildungen, welche ursprünglich als compacte Kalksteine abgelagert, durch eigenthümliche chemische Processe in Folge der Eruptionen in Dolomit übergeführt wurden. Die Melaphyre sind oft Ursache dieser Umwandlung gewesen, sie waren es aber nicht immer, da man auch an vielen anderen Orten, in der Nähe anderer eruptiver Gesteine Dolomite findet, und in manchen Localitäten das eruptive Gestein durchaus nicht zu Tage kommt, mithin eine Supposition über die Natur desselben der Beobachtung vorgreifen würde.

4. Die Trappgesteine.

Die Trappe im Allgemeinen bieten in ihrem Verhalten viele Aehn- §. 1126.
lichkeit mit den Basalten dar, obgleich in anderer Beziehung sie wieder von den rein vulcanischen Gesteinen durch wesentliche Charaktere sich unterscheiden. Viele Schriftsteller haben sie ohne Weiteres mit den Basalten vereinigt, allein nicht nur der verschiedene mineralogische Charakter,

sondern namentlich auch der bedeutende Unterschied in ihrem geologischen Verhalten zwingt uns, dieselben in einer besonderen Abtheilung zu betrachten.

§. 1127. Es wurde bei den Basalten der Auvergne namentlich nachgewiesen, daß dieselben in engster Beziehung zu wahrhaft vulcanischen Eruptionen stehen, daß man noch jetzt an vielen Orten Krater und Schlackenkegel findet, welche einst die basaltischen Laven ausspieen, und daß die Basalte ihre prismatische Structur nur ihrer Erkältung auf sehr wenig geneigten Flächen zu verdanken haben. Die Trappe verhalten sich ebenfalls durchaus wie leicht flüssige Laven, welche bei vollkommener Ruhe erstarrt sind. Sie bieten keine Spur jener lang ausgezogenen Blasenräume dar, welche in den Laven als Folge der Bewegung existiren, und die prismatischen Säulenformen, in welche sie sich beim Erkalten getrennt haben, können wahrhaft als Typen dieser Theilungsstructur dienen. Es kann somit kein Zweifel gegen die vulcanische Natur dieser Gesteine erhoben werden, obgleich man auf der anderen Seite noch nie Schlackenkegel, Eruptions-Krater oder ähnliche Bildungen dieser Art entdeckt hat, durch welche die Trappe als Laven wären ausgespieen worden. Zudem ist die Masse, welche sie bilden, im Vergleich zu gewöhnlichen Lavaströmen und selbst zu den basaltischen Laven so ungeheuer, daß kaum ein entfernter Vergleich möglich ist. Es ist somit wahrscheinlich, daß die Trappgesteine einer anderen Ausbruchsweise ihren Ursprung verdanken, als viele Basalte und die neueren Laven, daß sie aus ungeheuren Spalten der Erde entquollen und auf horizontalen Flächen sich ausbreiteten, ohne daß die Regelmäßigkeit ihres Flusses durch solche gasförmige Eruptionen gestört worden wäre, wie sie bei den heutigen vulcanischen Eruptionen eine große Rolle spielen. Diese Ansicht scheint unterstützt zu werden durch die Art des Vorkommens der Trappe, welche entweder als Gänge in den Sedimentgesteinen, oder aber als weit ausgebreitete horizontale Schichten erscheinen, welche durch Zwischenlager von Ocker und Wacken von einander getrennt sind.

§. 1128. Der nordöstliche Theil von Irland kann als eines der typischen Länder für das Studium der Trappgesteine gelten, indem dort die Beziehungen der Gänge zu den überliegenden geflossenen Massen wie zu den durchbrochenen Gesteinen am deutlichsten hervortreten. Der Boden, auf welchem die Trappe sich ausgebreitet haben, wird hauptsächlich von weißer Kreide gebildet, unter welcher nur hier und da die Sandsteine, Schiefer und Kohlen-Ablagerungen der Steinkohlen-Formation hervortreten. Die ganze Gegend ist eine Ebene, die äußerst sanft nach dem Meere hin abfällt, so daß die Trapplager fast horizontal erscheinen. Die gewaltigen Säulen wechseln mit Schichten von zerbröckelten Massen, von Wacke und Ocker ab, in

welchen hier und da Braunkohlen eingestreut sind. Durch den Wellenschlag des Meeres sind die Trappgesteine überall längs dem Ufer unterwühlt und theilweise weggewaschen worden. Da die prismatischen Säulen, aus compactem Gesteine gebildet, dem Andrange der Wogen unendlich besser widerstehen, als die losen Schichten von Wacke und Trümmern, so sind nur die Säulen stehen geblieben und bieten so an dem Ufer der Buchten ihre Köpfe an der Oberfläche dar, so daß man einen mit lauter regelmäßig sechseckigen Säulen gepflasterten Weg zu erblicken glaubt. Der bekannte Riesendamm bildet nur einen Theil jener gewaltigen Trappgebilde, die an der Nordorstküste Irlands ausgebreitet sind, und man findet an ihm die sogleich näher anzugebende Schichtenfolge, welche zugleich als Beispiel für die Trappgebilde im Allgemeinen gelten kann.

	Fuß.
Trapp in unregelmäßigen groben Säulen	60
Rother Ocker	9
Trapp in unregelmäßigen Säulen	60
Regelmäßiger Säulentrapp	7
Zwischenlager von Ocker und Trümmern	8
Trapp in groben Säulen	54
Trapp in unregelmäßigen Säulen mit einem Zwischenlager von Wacke und Braunkohlen	54
Regelmäßiger Säulentrapp des Riesendammes	44
Rother Ocker	22
Ocker mit Trapptrümmern und Dolerit	80
Trapp in Tafeln mit Zeolithen	80
Im Ganzen .	478

Die Säulen haben meist 2 bis 3 Fuß im Durchmesser, gewöhnlich 6, seltener 5, 7 oder 8 Seiten; die Spaltflächen, welche sie trennen entsprechen sich auf das Genaueste und sehr oft findet man Zeolith-Krystalle mitten durchgerissen, und die eine Hälfte in der einen, die andere in der gegenüberstehenden Säule eingebacken.

Das Meer hat aller Orten längs seiner Ufer eine Menge von Trapp- §. 1129.
gängen entblößt, welche man theils in ihrem senkrechten Aufsteigen, theils auf dem festen Lande, ihrer horizontalen Erstreckung nach verfolgen kann. Es ist auf diese Weise möglich geworden, den Einfluß der Trappe auf die umgebenden Gesteine vielfach zu prüfen. In den Kohlengebilden zeigt sich der graue Sandstein in der Nähe der Trappgänge feinkörniger, von weißer Farbe und zuweilen selbst bei unmittelbarer Berührung in reinen Quarzit verwandelt; der Schieferthon, welcher die Kohlen einschließt, ist erhärtet, die Steinkohlen selbst sind in Coke umgewandelt. Es ist mithin offenbar, daß der Trapp in heißflüssigem Zustande diese Steinkohlengebilde

durchsetzte, da alle die Veränderungen, welche man an ihnen wahrnimmt, durch lang andauernde Hitze ganz in derselben Weise künstlich erzeugt werden können. Noch auffallender zeigen sich die Veränderungen in der Kreide, welche der Trapp durchbrochen hat. Die Kiesel, welche in der Kreide sich finden, haben eine andere Farbe angenommen und sind ausnehmend brüchig geworden, die Kreide selbst ist in einen körnigen Kalkstein, einen wahren Marmor für Bildhauerarbeit, umgewandelt.

§. 1130. Es könnte diese Umwandlung auf den ersten Blick etwas ungereimt erscheinen, da man weiß, daß aller kohlensaure Kalk und namentlich auch die Kreide unter dem Einflusse der Hitze ihren Kohlensäuregehalt verlieren und in ätzenden Kalk sich umwandeln. Die Erfahrung hat indeß gezeigt, daß es nur eines sehr geringen Druckes bedarf, um dem kohlensauren Kalk seinen Gehalt an Kohlensäure auch bei stärkerer Glühhitze zu erhalten und ihn auf diese Weise in Bildhauer-Marmor umzuwandeln. Man hatte sogar vor nicht langer Zeit auf diese Eigenschaft der Kreide eine Fabrication von künstlichen Statuen gegründet, indem man einen fein gemahlenen Kreidebrei in eiserne Formen goß und nach vorausgängiger Trocknung diese Formen in gehörig geschlossenen Gefäßen einer länger andauernden Glühhitze aussetzte. Diese Industrie mußte deshalb aufgegeben werden, weil man nicht vermeiden konnte, daß die Statuen nach dem Erkalten Risse bekamen und leere Räume zeigten, sie ergab aber das für die Geologie äußerst wichtige Resultat, daß man auf diese Weise ein Gestein erzeugte, welches sich von cararischem Marmor nicht unterscheiden ließ. Es wurde somit durch diese Fabrication nachgewiesen, daß der Bildhauer-Marmor ein Product lange andauernder Hitze auf gewöhnlichen Kalk sei, und daß es nur eines geringen Druckes bedürfe, um ein solches Resultat zu erzielen. Bei der Einwirkung der Trappe auf die Kreide konnte aber um so weniger eine Entbindung der Kohlensäure stattfinden, als die an die Oberfläche tretenden Trappe gleichsam einen Deckel über der Kreide bildeten, deren Druck stark genug war, um die Entbindung der Kohlensäure zu verhindern. Es mußte dies um so mehr an solchen Orten stattfinden, wo Trappgänge durch überliegende Trappschichten durchgebrochen waren und somit bei ihrer Einwirkung auf die Kreide schon eine compacte Decke von erhärteten Trappgesteinen vorfanden.

§. 1131. Die Inseln längs der schottischen Küste bieten eine große Mannichfaltigkeit von Verhältnissen dar, welche besonders seit der Entdeckung der Fingalshöhle auf der Insel Staffa genauer bekannt geworden sind. Die Insel Staffa selbst bildet einen gewaltigen Hügel, dessen Oberfläche von einer dicken Masse unregelmäßig zertrümmerten Trapps gebildet wird, welche hier und da Neigung zu verworrener Säulenbildung zeigt. Diese Schicht von Trümmern und unregelmäßig erkalteten Gesteinen ruht auf

einer gewaltigen Masse hoher Trappsäulen, welche an den meisten Orten senkrecht, an einigen aber auch etwas geneigt stehen, und eine Menge von riesigen Pfeilern, das Dach der verworrenen Schicht, tragen. An vielen Orten zeigen diese Säulen regelmäßige Querabsonderungen, wie

Fig. 421.

Fingalshöhle auf Staffa.

wenn sie aus einzelnen Stücken zusammengesetzt wären. Durch diese Querabsonderungen hat das Meer Macht über die Säulen erhalten, welche es theilweise unterwaschen und an einzelnen Orten umgestürzt hat, so daß hier und da auf dem Umkreise der Küste Buchten, Einschnitte, und da, wo die obere Decke Zusammenhang genug hatte, um ein Gewölbe herzustellen, Höhlen gebildet wurden, unter welchen die Fingalshöhle die bekannteste ist.

Der Trapp der Insel Staffa scheint von gleichem Alter mit denjenigen an der Nordostküste Irlands zu sein, welcher offenbar jünger ist, als die weiße Kreide, die er an vielen Orten durchsetzte und deren Contactverhältnisse wir oben betrachtet haben. In vielen anderen Gegenden Englands und Schottlands findet sich indeß eine große Anzahl von Trappdurchbrüchen, welche ohne Zweifel weit älter als die eben berührten sind, und theilweise vor dem bunten Sandsteine, andere sogar vor dem Zechsteine entstanden zu sein scheinen. So finden sich bei Newcastle Trappgänge von sehr hohem Alter, die den Kohlensandstein durchbrochen haben, auf beiden Seiten von Conglomeratschichten eingefaßt sind, in welchen eine Menge Sandsteinstücke zerstreut sind, und die an der Oberfläche des Kohlensandsteins wie abgeschnitten endigen, ohne in den Magnesiakalk (Zechstein) einzudringen, welcher über dem Kohlensandsteine gelagert ist. §. 1132.

Es ist mithin offenbar die Trappformation, welcher diese Gänge angehören, älter als der Zechstein, da es undenkbar wäre, daß der Trappgang unter dem Zechsteine aufhörte, ohne in denselben einzubringen oder unter ihm sich auszubreiten. Das hier eben angeführte Verhalten ist das gewöhnliche im ganzen Norden von England, wo man meist nur Trappgänge findet, welche das Kohlengebirge nach allen Richtungen hin durchschneiden und oft an der Oberfläche weit hingestreckte Mauern bilden, die in Folge der Degradation des Bodens und der leichteren Verwitterung der geschichteten Gesteine zuweilen mehre Fuß hoch über den Boden sich erheben. Obere horizontale Ausbreitungen, mit welchen diese Trappgänge in Verbindung ständen, hat man bis jetzt noch nicht entdecken können. Das Fehlen dieser horizontalen Ausbreitungen bei den älteren Trappen, während die jüngeren sie besitzen, scheint darauf hinzubeuten, daß gewaltige Katastrophen der Bildung des Zechsteines vorangingen, während welcher die oberen Bodenschichten und die darauf ausgebreiteten Trappe weggeführt wurden, und nur die tieferen Schichten mit den sie durchsetzenden Trappgängen zurückblieben.

§. 1133. An den meisten Durchbruchsstellen hat die Steinkohle merkwürdige Veränderungen erlitten. Aus der allmählichen Umänderung der Kohlen in eine schlechte Coke schließen die Arbeiter stets auf die Annäherung eines Trappganges; — sehr oft zeigen sich in diesen Cokes bedeutende Ablagerungen von Schwefelkiesen, zuweilen selbst sind sie förmlich in Graphit umgewandelt. Die Trappgänge selbst sind in der Regel auf beiden Seiten von Saalbändern einer kohlig erdigen Masse, welche die Grubenarbeiter mit dem Namen Asche belegen, eingefaßt. Viele dieser Saalbänder zeigen sogar ähnliche prismatische Säulenabsonderungen, wie die Trappgänge selbst. An wenigen Stellen nur zeigt sich durchaus keine Einwirkung der Trappe auf die umgebenden Kohlenlager, und es läßt sich dies wohl mit der Annahme erklären, daß an solchen Stellen der Trapp in weniger heißem Zustande aufstieg. Die englischen Kohlenarbeiter haben eine Menge von Bezeichnungen für die Trappgesteine, welche ihnen sehr wohl bekannt und um so wichtiger sind, als diese senkrecht durchgehenden Gänge natürliche Ableitungen und Dämme für die Grubengewässer bilden, welche von diesen nicht überschritten werden können. Aus der Erkenntniß dieser Rolle, welche die Trappgänge in dem Kohlengebirge spielen, scheint wohl die Benennung Dyke hervorgegangen zu sein, die man jetzt im Allgemeinen auf alle vulcanischen Gänge anwendet, welche senkrecht die geschichteten Gesteine durchsetzen.

§. 1134. Die westliche Küste von Schottland, sowie die gegenüberliegende Insel Arran zeigen eine Menge von merkwürdigen Verhältnissen, welche um so mehr einiger Worte bedürfen, als man dort lange Zeit noch die eruptive

Natur des Trapps leugnete. An dem Hügel von Arthur's Seat in der Nähe von Edinburgh finden sich schöne Lager von Säulentrapp, welche mehrfach mit Schichten horizontal gelagerten bunten Sandsteines abwechseln, und da die Gegend nicht weit genug aufgeschlossen ist, um die aufsteigenden Trappgänge zu zeigen, so schloß man hieraus auf die neptunische Herkunft des Trapps, obgleich dieser hier und da Bruchstücke des Sandsteines enthält, die er von allen Seiten eingeschlossen hat und deren eckige Form offenbar darauf hinweist, daß sie von dem Trappe umschlossen und eingehüllt wurden.

An der schottischen Küste findet sich eine große Menge senkrechter §. 1135.
Klippen durch Unterwaschung und Abstürzen der fast horizontal gelagerten Schichten des alten rothen Sandsteines erzeugt, an welchen besonders die beiden nachfolgenden Skizzen deutliche Nachweisungen geben, wie sehr man sich hüten müsse, um nicht bei kurzen Erstreckungen irrige Schlüsse auf die Lagerung eingespritzter Gesteinsmassen zu machen. Fig. 422 zeigt die Erstreckung eines stundenweit sich hinziehenden Lagers von Trapp,

Fig. 422.

Trappgang an der schottischen Küste.

das beim ersten Anblick eine vollkommen horizontale Schicht zwischen dem Sandsteine zu bilden scheint; bei näherer Untersuchung aber zeigt es sich, daß diese vermeintliche Schicht bei *a* abbricht, und um eine Schicht tiefer, sich horizontal weiter fortsetzt, mithin ein Gang ist, welcher zwischen die horizontalen Sandsteinschichten sich eingebettet hat. Fig. 423 zeigt eine ähnliche Entwickelung einer Erstreckung von mehren Stunden, wo man

Fig. 423.

Trappgänge am Ufer der Insel Sky.

rechter Seits drei horizontale mit den Sandsteinschichten abwechselnde Lager zu sehen glaubt, welche aber in der That von einem gemeinsamen, horizontalen Gange ausgehen, der wieder aus einem senkrecht stehenden

gewaltigen Dyke seinen Ursprung nimmt. Wir könnten diese Beispiele noch bedeutend vervielfältigen, begnügen uns indessen damit, um zu zeigen, daß auch in solchen Fällen, wo die Lagerungsverhältnisse beschränkter Localitäten eine horizontale Ablagerung der Trappe vermuthen lassen könnte, dennoch eine genauere Untersuchung den eruptiven Ursprung derselben nachweisen wird.

§. 1136. Die Inselgruppe der Färöer ist durchaus aus gewaltigen Trappablagerungen gebildet, deren säulenartig abgesonderte Massen, von dem Meere unterwühlt, ungeheure senkrecht abgestürzte Klippen bilden, welche oft mehr als tausend, ja selbst zweitausend Fuß Höhe erreichen. Zahlreiche senkrechte Gänge durchsetzen diese ungeheuren Massen, welche treppenartig über einander gelagert sind und sehr bedeutende Verwerfungen zeigen. Zwischen den compacten Trappen, die oft hundert bis dreihundert Fuß hohe Säulen bilden, findet man tuffartig zermalmte Schichten, welche hier und da Meeresmuscheln enthalten, und an einem Orte sogar, auf der Insel Sideroe, hat sich ein Lager von Braunkohlen zwischen den Trappen vorgefunden. Die ganze Anordnung der Inselgruppe scheint darauf hinzudeuten, daß sie nur die emporgehobenen Randstücke einer ungeheueren Trappmasse sind, deren Lager von allen Seiten her nach dem Mittelpunkte hineinschießen.

§. 1137. Island bietet ganz ähnliche Phänomene dar, wie die Färöer und die schottischen Inseln; auch hier zeigen sich ungeheure Trappmassen, senkrechte Klippen von mehren tausend Fuß Höhe und tief eingeschnittene Fiorde, welchen diese senkrechten Klippen als Ufer dienen. In den Tuffschichten, welche die compacten Trappe trennen, hat man an vielen Stellen Meeresmuscheln und ähnliche Fossilien gefunden, welche offenbar darauf hinweisen, daß der Trapp einst auf dem Boden des Meeres floß und erst später über dasselbe erhoben wurde. Island scheint demnach ebenfalls ein erhobenes Stück einer gewaltigen Trappmasse zu sein, zu welcher auf der anderen Seite die Hebriden und die schottischen Inseln gehören. Was indeß dieses Stück vor allen anderen auszeichnet, ist der Durchbruch der trachytischen Formation und ihrer neueren Vulcane durch die Trappformation hindurch nach einer Linie, welche die Insel von Nordost nach Südwest hin quer durchschneidet. Auf beiden Seiten dieser schmalen Bande, welche von den heutigen Vulcanen gebildet wird, zeigen sich die Trappschichten in ihrer horizontalen Erstreckung, und scheinen demnach nur durch einen Riß gespalten, nicht aber erhoben worden zu sein. Die Vulcane Islands selbst gehören zu denjenigen, welche die größten Lavamassen in jetziger Zeit gespieen haben, und außer diesen ungeheuren Lavaströmen verlangen noch die Geyser und viele andere fortdauernde vulcanische Phänomene eine genauere Untersuchung, als ihnen bisher zu Theil wurde.

§. 1138. Wir erwähnen hier nur noch einer gewaltigen Trappmasse an der

Küste Neuschottlands, da die Eigenthümlichkeit ihrer Form und ihrer Begränzung durch das Meer sowohl ein Maß der Größe als auch namentlich ihrer Entstehung geben kann. Der Trapp bildet an der Küste von Neuschottland eine einzige Mauer, die ununterbrochen in einer Länge von 21 Myriametern sich hinzieht und eine senkrechte Klippe bildet, deren mittlere Höhe 75 Meter beträgt, während ihre Breite im Durchschnitt auf 5000 Meter angenommen werden kann. Berechnet man nun nach diesen Angaben das Volumen des sichtbaren Theils dieser Masse, welche offenbar aus einer einzigen langen Spalte in breiigem Zustande hervorquoll, so ergiebt sich daraus ein Volumen von 78,450,000,000 Cubikmetern, und es bedarf nur der Vergleichung dieser ungeheuren Masse mit derjenigen einiger neueren Lavaströme, um zu zeigen, wie ungemein weit diese älteren Trappausbrüche sich von den neueren durch ihre Volumen unterschieden. Der größte Lavastrom, welchen der Aetna lieferte, ist derjenige von 1669, sein Volumen würde nach der weitesten Schätzung 600 Millionen Cubikmeter betragen, und nach den Berechnungen von Cordier existirt überhaupt auf der ganzen Erde kein Lavastrom der neueren Epoche, welcher ein Volumen von 1000 Millionen Cubikmetern hätte; es würde demnach, auch bei der bedeutendsten Annahme, das Volumen des größten Lavastromes noch nicht den 78sten Theil jener Masse ausmachen, welche bei Anapolis aus einer einzigen Spalte hervorquoll.

Die eruptiven Gesteine, welche sich unmittelbar an die im Vorhergehenden betrachteten anreihen, entfernen sich noch mehr als die zuletzt betrachteten von dem gewöhnlichen Verhalten der vulcanischen Auswürflinge. Bei den Serpentinen so wenig als bei den Porphyren und Graniten kann von Auswurfskegeln, Schlackenauswürfen und ähnlichen Erscheinungen die Rede sein. Sehr häufig fehlen selbst alle Charaktere, welche auf ein lavaförmiges Fließen dieser Massen hindeuten könnten, und die große Quantität von Conglomeraten und Trümmern, welche diese eruptiven Gesteine umgeben, sowie das eigenthümliche Aussehen derselben scheint sehr oft auf ein Emporheben dieser Gesteine in fast compactem Zustande der Massen hinzudeuten. Es ergiebt sich daraus, und wir werden in Folgendem mehrfache Beispiele für diese Behauptung anführen, daß man keine allgemeine Regel für das Emporsteigen der hier in der Folge zu betrachtenden Gesteine aufstellen kann, sondern daß der besondere Zustand, die größere oder geringere Flüssigkeit jedes Mal aus den besonderen localen Verhältnissen erschlossen werden müssen. Ebenso ergeben sich hierdurch eigenthümliche Verhältnisse für die Metamorphosen, welche durch diese Gesteine bedingt werden, indem unmittelbare Contactwirkungen meist fehlen. §. 1139.

5. Die Serpentingesteine.

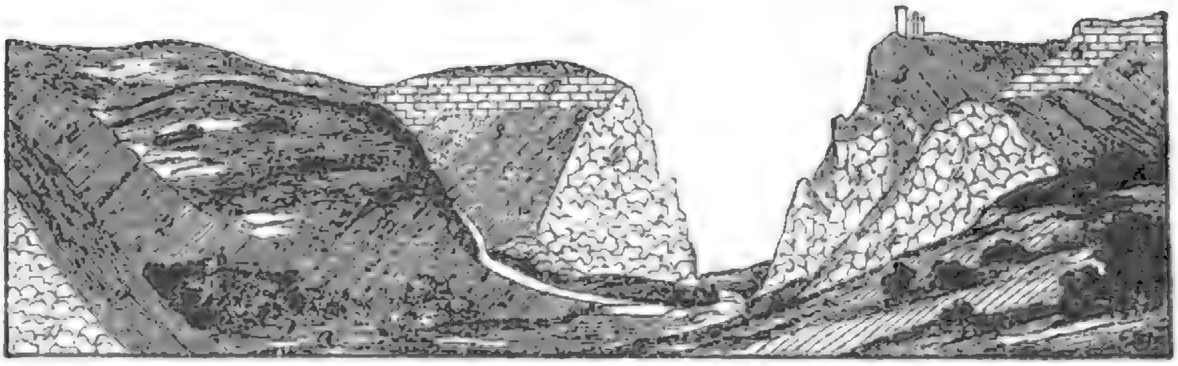
§. 1140. Es wurde schon früher angeführt, daß die Serpentine als Gesteine von ausgezeichnet basischer Zusammensetzung in engster Beziehung zu den Euphotiden und den Diallagegesteinen stehen; in geologischer Beziehung lassen sich diese Gesteine durchaus nicht trennen, da ihre Entstehungsweise wie ihr Verhalten zu den umgebenden Gesteinen ganz dasselbe ist.

Die Serpentine finden sich in unregelmäßigen Massen ohne alle Spur von Schichtung als unförmliche Hügel, Dome oder schwammförmige Massen, in deren Nähe die Schichten der Sedimentgesteine zertrümmert, aufgerichtet und verworfen sind. Die innere Masse dieser Serpentine wird meist aus lauter rundlichen, ellipsoidischen oder abgeplatteten linsenförmigen Fragmenten gebildet, welche sehr häufig Spuren von Reibung auf ihrer Oberfläche zeigen. Zuweilen sind diese Fragmente so klein, und die Spalten, welche die Masse durchsetzen, so häufig, daß es fast unmöglich wird, einen frischen Bruch des Serpentins zu erhalten, sondern daß bei jedem Hammerschlage nur die einzelnen rundlichen Fragmente sich von einander trennen. Diese eigenthümliche Absonderung, die Reibungsspuren auf den Fragmenten scheinen darauf hinzudeuten, daß die so zusammengesetzten Serpentine nicht als flüssige Masse aus der Erde hervorbrachen, sondern im Gegentheile in fast festem Zustande emporgehoben wurden. Die seifige Beschaffenheit des Serpentins scheint bei dieser Art des Ausbruches nicht ohne Einfluß gewesen zu sein, indem die glatten Oberflächen der abgerundeten Fragmente weit leichter über einander glitten, als die Trümmer einer anderen Felsart, welcher diese seifige Beschaffenheit abgehen würde.

§. 1141. Die Epoche, innerhalb welcher die Serpentine hervorbrachen, kann in den meisten Fällen deshalb nicht bestimmt werden, weil die abgelagerten Sedimentgesteine in der Nähe oft nur in sehr unvollkommener Aufeinanderfolge sich zeigen. So findet sich in dem Departement des Tarn in der Nähe von St. Martin (s. Fig. 424 a. f. S.) das Bett des Aveyron in Serpentin (4) eingegraben, der zu beiden Seiten längs der Ufer sich erhebt und fortlaufende Wälle bildet, an welche zu beiden Seiten Gneißschichten (2 und 3) sowie weiter hin Lager von buntem Sandsteine (5) sich anlehnen. Ueber alle diese aufgerichteten Schichten lagern sich in horizontaler Erstreckung Süßwasserkalke (6), deren Absatz offenbar nach der Aufrichtung des Gneißes und des bunten Sandsteines durch den Serpentin statthatte; indessen kann dennoch diese Beobachtung nicht dazu dienen, die Epoche des Durchbruches zu bestimmen, indem zwischen der Ablagerung des bun-

ten Sandsteines, welche vor dem Durchbruche statthatte, und derjenigen des tertiären Süßwasserkalkes eine lange Reihe geologischer Formationen sich einschiebt, über deren Verhalten uns an der bezeichnenden Stelle keine Auskunft gegeben ist.

Fig. 424.



Die Serpentinmasse von Saint-Martin-de-la-Guepie.
1. Granit. 2. Gneiß. 3. Talkiger Gneiß. 4. Serpentin. 5. Bunter Sandstein. 6. Tertiärer Süßwasserkalk. *a.* Aveyronfluß.

In dem nördlichen Italien beobachtet man namentlich auf toscanischem Gebiete sehr häufig Gänge und Lager von Serpentinen und Euphotiden, durch deren Berührung der Nummulitenkalk und die Schiefer des Apenninensystems in Jaspis verwandelt worden sind. Sehr oft bilden der Serpentin und der Euphotid Gänge, welche die Kalk- und Schieferschichten durchbrochen, in den meisten Fällen aber finden sie sich als Lager zwischen den Schichten, und zwar meistens in der Art, daß der Serpentin ein Salband von Euphotid hat, welches mit ihm theilweise zusammengeschmolzen ist, und das auf der anderen Seite von dem röthlichen Jaspis eingefaßt wird. §. 1142.

Die Serpentine bilden in den südlichen Alpen und zwar namentlich in demjenigen Zuge, welcher von dem Monte Rosa aus durch Savoyen nach der Dauphiné sich hinzieht, eine Menge gewaltiger Massen, deren Structur und Verhältniß zu den mannichfaltig verworrenen metamorphischen Gesteinen jenes Alpenzuges nur selten mit Klarheit erkannt werden kann. Im Allgemeinen scheint es, als bildeten die Serpentindurchbrüche den Mittelpunkt, um welchen herum die Kalksteine des jurassischen Alpensystems in krystallinisch körnigen Kalk und in Marmor umgewandelt sind. Der Mont Genevre in der Dauphiné bildet in dieser Hinsicht eine merkwürdige Masse dar. Die Gehänge des Berges werden von geschichtetem Kalke gebildet, der ziemlich steil aufgerichtet ist. In einiger Entfernung, an dem Fuße des Berges sind diese Kalksteine vollkommen compact und enthalten Versteinerungen, welche den Jurakalken eigenthümlich sind. Ueber die Stellung dieser Kalke im System kann demnach kein Zweifel sein. Beim §. 1143.

Ansteigen über dieselben nach der Höhe des Berges hin sieht man eine allmähliche Aenderung ihres Verhaltens; sie werden körnig, wie Marmor, verlieren ihre Fossilien, und zeigen hier und da, besonders an Orten, wo säulenförmige Durchbrüche von Serpentin sich finden, eine förmliche Umsetzung in Dolomit. Der Serpentin selbst, welcher hie und da den Kalkstein durchbrochen hat, bildet nicht sowohl Gänge, als vielmehr unregelmäßige Massen von mandelförmiger Structur, welche alle leeren Zwischenräume erfüllen und durch ihre Reibungsflächen deutlich beweisen, daß sie unter dem Einflusse eines bedeutenden Druckes zwischen die anderen Gesteine hineingepreßt wurden. Der Kern des Berges, welchen man auf der Höhe des Passes überschreitet, wird von einer gewaltigen Masse compacten Euphotides gebildet, um welche herum mächtige Lager und unregelmäßige Schichten schieferigen Serpentins und Euphotides aufgerichtet sind, welche durch eine gewaltige Masse von Conglomerat und porphyrischem Gesteine von dem mittleren Euphotidkerne getrennt sind. Die Kalkschichten erheben sich nicht bis zu der Höhe, in welcher der geschichtete Euphotid mit dem Conglomerat und dem inneren ungeschichteten Euphotidkerne erscheint. Der Kalk zeigt sich im Gegentheil nur an den Gehängen der Basis des Berges und sein Contact mit dem Serpentin erscheint nicht gehörig aufgeschlossen.

§. 1144. Es scheint demnach in diesem wie in den vorigen Fällen der Serpentin durch eine gewaltige Kraftäußerung aus dem Boden hervorgedrungen zu sein. Obgleich indeß seine Einwirkung auf die benachbarten Schichten unverkennbar ist, indem diese nicht nur emporgehoben, sondern auch metamorphosirt und in Structur wie Zusammensetzung verändert wurden, so scheint doch das ganze Verhalten und namentlich die mächtigen Conglomeratschichten darauf hinzudeuten, daß das mandelförmig zerklüftete Gestein als beinahe feste Masse emporgehoben wurde. Man hat in früheren Zeiten öfters als Beweis gegen die eruptive Natur des Serpentins dessen Gehalt an Wasser angeführt, ohne indeß zu bedenken, daß selbst die Laven der heutigen Vulcane trotz ihrer feuerflüssigen Beschaffenheit eine ziemliche Wasserquantität enthalten, und daß demnach ein Gehalt an Wasser in einem Minerale durchaus keinen Beweis gegen die vulcanische Natur desselben liefern kann.

§. 1145. Die Hyperite zeigen in ihrem geologischen Verhalten eine große Aehnlichkeit mit den Serpentinen. Eins der schönsten Beispiele dieses Verhaltens findet sich im Val Monzone im südlichen Tyrol. Der Hypersthenfels bildet hier eine gewaltige unförmliche Masse eines grobkörnigen Gesteines, welche mit schroffen Abhängen in die Höhe steigt. Auf der einen Seite stoßen an diese krystallinische Masse geschichtete Kalksteine der Juraformation, auf der anderen bunter Sandstein an. Die Veränderung dieser bei-

den Gesteine in der Nähe der Hyperitmasse ist äußerst merkwürdig. Der Sandstein wandelt sich allmählich in Quarzit und in Jaspis um, der in seinem Verhalten sehr viele Aehnlichkeit mit jenem Quarzit zeigt, welchen die Einwirkung des Basaltes auf den bunten Sandstein erzeugt hat. Der Kalk ist in einiger Entfernung von dem Hypersthenfels compact, grau und sehr regelmäßig geschichtet. Allmählich wird er schieferig, während zugleich eine körnig-krystallinische Beschaffenheit sich in ihm entwickelt. Die graue Farbe verliert sich in demselben Maße, als die krystallinische Beschaffenheit zunimmt. In unmittelbarer Nähe des Hyperits endlich findet man nur eine gestaltlose Masse krystallinischen Kalksteines, dessen Krystallkörner eine wahrhaft gigantische Größe erlangt haben, und in welchen keine Spur von Schichtung mehr zu erkennen ist. In dieser zersplitterten krystallisirten Masse findet sich bedeutend viel Gehlenit eingestreut. Es geht aus diesem Verhalten des Kalkes ohne Zweifel hervor, daß der Hyperit in außerordentlich heißem Zustande den Kalk durchbrach, so daß dieser geschmolzen wurde und seine Schichtungsstructur verlor. Die Erkaltung ging offenbar nur äußerst langsam vor sich, so daß der geschmolzene Kalk Zeit hatte, eine ausgezeichnete krystallinische Structur anzunehmen. Der Kalk selbst wurde in seiner chemischen Zusammensetzung nicht verändert, während er in geringer Entfernung von da durch den Einfluß eine anderen eruptiven Felsart, des Melaphyrs, in Dolomit umgewandelt ist.

In dem Ural hat man Hyperite gefunden, welche, über einem Zwischen- §. 1146.
lager von grünem Jaspis, den Uebergangsschiefern des Gebirges aufgelagert sind und sehr vollkommene sphäroidische Absonderungen zeigen. Es würde indeß zu weit führen, wenn wir auf diese wie auf andere Lagerungsverhältnisse dieser Gesteine näher eingehen wollten.

Die Diorite oder Grünsteine, welche ebenso gewiß als die Serpen- §. 1147.
tine eruptiven Ursprungs sind, unterscheiden sich dennoch von diesen letzteren mehr oder weniger durch die Art ihres Auftretens. Während die Serpentine meist unförmliche Massen bilden, die sich bei dem Erscheinen auf der Oberfläche kaum ausbreiteten, und deren Ausbruchsöffnung mithin kaum enger sein mag, als die zu Tage gehende Masse anzeigt, so bilden die Diorite im Gegentheil nur selten domförmige Massen, sondern meistens Gänge, ähnlich denjenigen der Trappe und Basalte, und wenn sie ja auf der Oberfläche in Massen erscheinen, wie dies an einigen Orten in der Bretagne der Fall ist, so bilden sie schwammförmige Hügel, deren in den Boden hinabgehende Basis weit schmaler ist, als die auf der Oberfläche befindliche glockenförmige Ausbreitung. In der Nähe von St. Malo beobachtet man an dem Cap Fréel einige schöne Dioritgänge, welche senkrecht von unten nach oben die horizontalen Lager des alten rothen Sandsteines durchbrochen haben, der in dieser Gegend die Uferklippen bildet. Einer dieser Gänge

verzweigt sich beim Aufsteigen und umhüllt ein losgesprengtes Stück Sandstein von allen Seiten. Der Sandstein zeigt dieselbe Umänderung in Jaspis, deren wir schon bei den Basalten und Hyperiten erwähnten.

§. 1148. Die Ophite bilden eigenthümliche abgerundete Hügel an dem Fuße der Pyrenäen, welche ein ganz besonderes Verhalten zu den umgebenden Gesteinen zeigen. Das Gestein selbst ist sehr wechselnd; einige dieser Hügel scheinen aus reinem Pyroxen in geschmolzenem Zustande zu bestehen. Die Kalkschichten sind von diesen Ophiten in die Höhe gehoben und in ihrer Zusammensetzung wesentlich verändert worden; sie sind krystallinisch, an vielen Orten dolomitisch geworden; bedeutende Zellenräume entwickeln sich in ihrem Inneren. Die dunkelgrauen Mergel, mit welchen die Kalkschichten abwechseln, haben eine weinrothe gefleckte Farbe bekommen. In unmittelbarer Nähe der Ophithügel endlich ist der Kalk in Gyps umgewandelt, welcher einen ziemlich bedeutenden Salzgehalt zeigt; die meisten Salzquellen von Navarra entspringen aus diesen Gypsmassen, welche gleichsam schalenförmig um die Ophithügel abgelagert sind.

6. Die Porphyrgebilde.

§. 1149. Die quarzführenden Porphyre, welche wir hier hauptsächlich in's Auge fassen, bieten in ihrem gesammten Verhalten viele Aehnlichkeit mit den Trachyten dar, und wie diese letzteren in gänzlich verglastem Zustande als Obsidian erscheinen, so zeigen sich die Porphyre im höchsten Grade ihrer Verglasung als Pechsteine (Retinite). Indeß unterscheiden sich die Porphyre von den Trachyten wesentlich dadurch, daß in ihrer Begleitung keine Bimssteine und Schlacken, wohl aber oft ungeheure Massen von Conglomeraten vorkommen, welche zuweilen so unmerklich in Sandsteine übergehen, daß es kaum möglich ist, eine genaue Gränze zu bestimmen. Im Uebrigen erscheinen die Porphyre meistens als Gänge, als ausfüllende Massen von Rissen und Spalten, die in ihrem ganzen Verhalten viele Aehnlichkeit mit den Trappgängen darbieten; — nur zuweilen sieht man kuppen-, hügel- oder schwammförmige Massen, welche aus reinem Porphyr gebildet sind.

§. 1150. Die Küsten Schottlands und der Inseln dieses Königreiches bieten für die Porphyrgänge ebenso mannichfache und lehrreiche Beispiele dar, als für die Trappe, und die Insel Arran namentlich zeigt an ihren Ufern ausgezeichnete Lokalitäten, an welchen man das Verhältniß der Porphyrgänge zu den umgebenden Gesteinen untersuchen kann. So findet man an einer Stelle, wo das Ufer aus kaum geneigten Schichten bunten Sandsteines gebildet ist, zwei parallele Gänge gelben Quarzporphyrs, welche in schöne quere Prismen getheilt sind. Diese Gänge werden auf beiden Seiten von Saal-

bändern wohlcharakterisirten Pechsteines eingefaßt, der auf der einen Seite kugelige Absonderungsflächen zeigt. Der Sandstein zu beiden Seiten der Gänge erscheint erdig, und die Sphäroide des Pechsteines lassen in ihrem Inneren erdige Pünktchen als Mittelpunkt ihrer Gruppirung erkennen. Man kann diese Gänge in horizontaler Erstreckung einige Zeit lang längs des Strandes unter das Meer verfolgen. An den Klippen, welche der Sandstein bildet, erheben sie sich vertical zu einer geringen Höhe und verschwinden dann unter den überlagernden Sandsteinschichten. In einiger Höhe über den so eben beschriebenen Gängen findet man zwei Pechsteinlager zwischen die Sandsteinschichten eingekeilt und endlich ganz oben in geringer Entfernung vom Ufer eine Hügelkuppe aus gelbem quarzführenden Porphyr gebildet, der fächerartig in Säulen zerlegt ist. Es scheint demnach, als könne man hier die ganze Geschichte eines porphyrischen Ausbruches durch Zusammenstellung dieser Beobachtungen ergänzen. Man sieht die Spalten, durch welche der Porphyr hervorbrach, die hügelförmige Masse, welche er an der Oberfläche bildete, was offenbar auf einen mehr breiigen Zustand der Porphyrlava hindeutet, und man folgt in den Pechsteinlagern den flüssigeren Bestandtheilen, welche eindrangen zwischen die Schichtenlager des Sandsteines, durch welchen der Porphyr durchbrach.

An der so eben beschriebenen Stelle fehlen die Conglomerate gänzlich, die §. 1151.
an anderen Localitäten in gewaltiger Masse entwickelt sind. Dies ist namentlich der Fall in den Vogesen und in dem Schwarzwalde, wo die rothen quarzführenden Porphyre mit den alten rothen Sandsteinen und den rothen Thonen in unregelmäßig abgegrenzten Becken abgelagert auftreten, über welche hinaus der Vogesensandstein sich erstreckt. Der ältere rothe Sandstein und der Thon erscheinen so innig mit den Conglomeraten des Porphyrs verschmolzen, daß sie nur ein Product der Zerstörung desselben zu bilden scheinen. In dem Nydeckthale bei Straßburg sieht man Conglomerate dieser Art, welche einerseits in den Porphyr, andererseits in den rothen Sandstein übergehen, so daß es schwer halten möchte, die horizontale Höhengränze zwischen Porphyr, Conglomerat und Sandstein an den steilen Thalwänden festzustellen. Die ganze Masse ist zusammengeschmolzen und beim Erkalten in unzählige schmale verticale Prismen getheilt, die äußerst dünn sind und je nach der Höhe aus den angegebenen verschiedenen Gesteinen zusammengesetzt erscheinen.

In der Gebirgsgruppe des Esterel an der Südostküste Frankreichs §. 1152.
zeigen sich viele Porphyrgänge, welche offenbar verschiedenen Epochen angehören, und bald den Gneiß, bald die bunten Sandsteine durchbrochen haben, oder auch theilweise zu diesen letzteren das Material lieferten. An vielen Orten findet man regelmäßige prismatische Säulenabsonderungen, an anderen Localitäten Conglomeratmassen, in deren Nähe die Porphyre

sehr häufig eine bänderartige Structur zeigen. Es scheint, als seien diese Bänder und gebänderten Blätter das Resultat einer allmählichen Erkaltung, während welcher die noch dehnbare Porphyrmasse sich langsam fortbewegte und so gleichsam auszog und plattete. In dem Departement des Var findet man ferner an der Montagne de Roquebrune ein äußerst grob gehauenes Conglomerat von Porphyr, welches eine große Menge von Granitfragmenten enthält und in unregelmäßige senkrechte Blätter getheilt ist. Dieses grobe Conglomerat bildet eine senkrechte Uferklippe, die nach hinten an einen sanft gewölbten Hügel von buntem Sandsteine sich anschließt. Man kann hier auf das Vollständigste den Uebergang des Conglomerates in den Sandstein verfolgen; die prismatische Absonderung verschwindet allmählich, das Conglomerat wird feiner, allmählich treten Spuren horizontaler Schichtung auf, die immer deutlicher werden.

§. 1153. In den Grubenbezirken von Cornwallis kommen sehr wohlcharakterisirte gelbliche oder bläuliche Porphyre vor, welche meist Gänge von mehren Metern Dicke bilden, zuweilen aber sogar bis zu 20 Metern Dicke anschwellen. Die Grubenarbeiter bezeichnen dieses Gestein unter dem Namen Elvan. Die Schiefer, welche von diesen Elvangängen durchbrochen werden, sind in der Nähe derselben erhärtet und die Elvangänge selbst zeigen an den Rändern ein feineres Korn und gehen zuweilen in eine granitische Structur über, so daß einzelne Elvanstücke durchaus nicht von Granit zu unterscheiden sind. Zuweilen findet man Bruchstücke von Schiefer in die Porphyrgänge eingebacken.

§. 1154. Bei dem Melaphyr schon wurden Massen rothen Porphyrs erwähnt, die sich in dem südlichen Tyrol an vielen Stellen finden. Die rothe Farbe dieser Porphyre dringt meistens nur bis auf eine gewisse Tiefe von der Oberfläche ein, und die innere Masse zeigt eine bläuliche Farbe, ein Beweis, daß die rothe Farbe nur eine Folge der Oxydation des in der Porphyrmasse enthaltenen Eisens ist. In der Nähe von Botzen findet man Porphyr-Breccien, welche eckige Fragmente anderer Porphyre enthalten, und somit den Ausbruch der Porphyrmassen zu verschiedenen Epochen nachweisen. In derselben Gegend zeigen sich die Porphyrmassen sehr häufig in Gestalt prismatischer Massen, welche über horizontalen Lagern säulenförmig abgetheilter Porphyrschichten hervorragen, die mit Conglomeraten und rothen Sandsteinen abwechseln, wie denn überhaupt auch hier in dem Tyrol stets eine gewisse Verkettung der Porphyre und der Sandsteine hervortritt, während der Melaphyr mehr in Beziehung zu den Kalken sich zeigt. Der Durchschnitt des Fassathales, Fig. 420, zeigt diese gegenseitigen Beziehungen sehr deutlich.

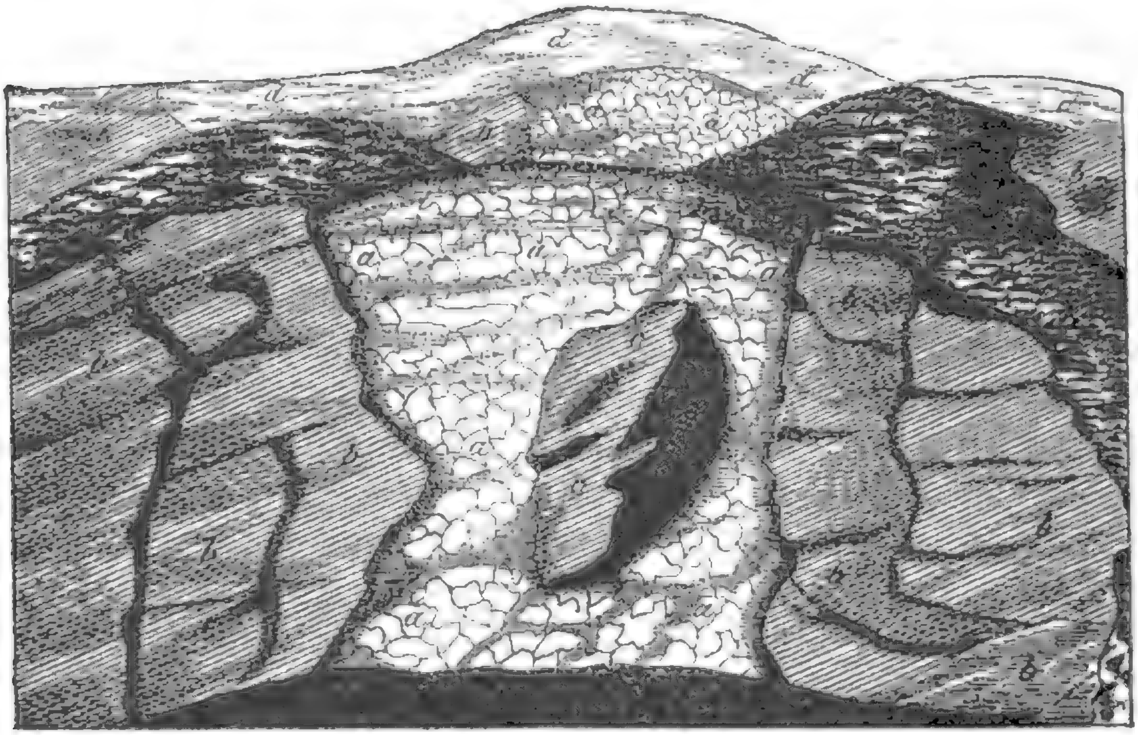
§. 1155. In Sachsen finden sich namentlich in der Gegend von Freiberg und Tharand mannichfache Gänge von Porphyr, welche meist mit Conglome-

raten, oft auch mit Erzgängen verbunden sind und, da sie meist als Lager zwischen den Gneißschichten erschienen, von den Anhängern Werner's auch als neptunischen Ursprunges betrachtet wurden. Die gewöhnlichste Art des Gesteines, die vorkommt, ist eine röthlich erbsengelbe Felsart von dichtem oder sehr kleinkörnigem Gefüge mit einzelnen kleinen Quarzkörnern und undeutlichen kleinen Feldspathkrystallen. Man bezeichnet dies Gestein unter dem Namen des Feldsteinporphyrs. Zuweilen wird dieser Feldsteinporphyr mehr erdig, seine Farbe braunroth, der Bruch matt und wird dann Thonporphyr; an anderen Orten hat er einen muschligen splittrigen Bruch, hellrothgraue Farbe und zeigt auf den glänzenden Bruchflächen kleine Feldspathkrystalle und stark glänzende Quarzkörner; er wird in diesem Falle Hornporphyr genannt. An einigen Stellen in Sachsen sowohl wie in Böhmen, wo sich diese Porphyrformation fortsetzt, wird das Gestein granitisch in seiner Structur, und geht endlich so unmerklich in wahren Granit über, daß es kaum möglich ist, eine Gränze zu bestimmen, so namentlich bei Töplitz; während in der Nähe von Meissen sogar Varietäten von Pechstein vorkommen, welche sich zu dem Porphyre zu verhalten scheinen, wie Obsidian zu dem Trachyte, und Gänge in gewöhnlichen Feldsteinporphyren bilden.

Aus den genaueren Untersuchungen über die Lagerung dieser sächsischen Porphyre, die man als Typus sämmtlicher Porphyre für Deutschland anerkennen kann, geht hervor, daß die vermeintlichen Lager stets Gänge waren, welche die Gneißschichten nur unter sehr geringem Winkel schnitten, so daß sie bei geringen Erstreckungen als parallel angesehen werden konnten, während bei Verfolgung in größere Tiefe und Entfernung hin die Kreuzung des Porphyrs mit den Gneißblättern und die Durchbrechung der letzteren deutlich wurde. Da man an manchen Stellen den Porphyr durch die Erzgruben bis zu 200 Lachtern (400 Meter) Tiefe aufgeschlossen hat, so konnte solche Erstreckung schon hinreichenden Aufschluß geben. Während an den meisten Orten indeß die Abweichung des Parallelismus nur gering war, so fand man sogar hie und da zickzackförmiges Aufsteigen des Porphyrganges und Abweichungen von 67 Grad zwischen dem Porphyrgange und den Gneißblättern. Bei solchen Verhältnissen kann natürlich nicht von Zwischenlagerung die Rede sein. Die Contactverhältnisse zwischen dem Porphyr und den von ihm durchbrochenen Gesteinen ließen dies noch auffallender erkennen. Fast überall bietet der Gneiß wellenförmige Berührungsflächen oder vor- und einspringende Winkel und Bruchflächen; an vielen Punkten ist er fest mit dem Porphyre verwachsen, und zeigt in der Nähe der Berührung aufgehobene, geknickte und vielfach gewundene Blätter; ja an einigen Stellen sind die Blätter des Gneißes so zersplittert und mit Porphyrmasse durchwoben, daß man einen all- §. 1156.

mählichen Uebergang von Gneiß in Porphyr zu sehen glaubt; an vielen Orten ist der Porphyr von Saalbändern eingefaßt, die aus förmlichen Breccien und Conglomeraten gebildet sind, welche eine Menge von Bruchstücken des durchbrochenen Gesteines enthalten. In der Nähe von Tharand bricht der Porphyr durch Kalk, dessen Schichten aufgerichtet sind. Ein breites Saalband von Kalkconglomerat und Porphyr trennt die beiden Gebilde. An vielen Stellen sind die Bruchstücke der Gesteine gänzlich von dem Porphyre umhüllt, eingeschlossen und offenbar wie von einer geschmolzenen Masse umgeben worden. Eins der schönsten Beispiele dieser Art liefert die beistehende Abbildung eines Steinbruches bei Freyberg (Fig. 425)

Fig. 425.



Porphyrgang in einem Steinbruche bei Freyberg.

a. a. Porphyr. *b. b.* Gneiß. *c.* Eingeschlossener Gneißblock. *d. d.* Mit Gras bewachsene unaufgedeckte Stellen.

selbst, wo mitten in dem mächtigen, vertical stehenden Porphyrgange *a* ein gewaltiges Stück von Gneiß (*c*) eingeschlossen ist, welches offenbar von den beiden umgebenden Gneißlippen *b b* losgesprengt und von der flüssigen Masse eingehüllt wurde.

§. 1157. Es geht aus dem Angeführten hervor, daß die deutschen Porphyre, sowie alle übrigen Porphyre, eruptive Gesteine sind, die aus dem Inneren hervorbrachen und gangförmig die Sedimentgesteine durchsetzten. Der Zustand, in welchem sie hervorkamen, war verschieden; einige scheinen sehr flüssig gewesen zu sein, andere mehr fest; erstere füllten, gleich geschmolzenem Wachs, alle Spaltenräume aus und umhüllten die Gesteinsfragmente, während letztere, welche in fast erkaltetem Zustande durch die Se-

dimentgesteine durchbrachen, eine ungeheure Menge von Conglomeraten bildeten. Die wenigsten dieser Conglomerate sind noch jetzt in Verbindung mit den Porphyrgängen; die meisten derselben wurden auf die Oberfläche gebracht und zur Bildung des rothen Todtliegenden verwendet, welches in ganz Sachsen und Thüringen, wie schon früher bemerkt wurde, so sehr mit Conglomeratenlagern von Porphyr überladen ist, daß oft kaum eine Unterscheidung möglich ist. Durch dieses Verhältniß ergiebt sich aber auch zugleich das Alter des Durchbruches der Porphyre, das nothwendig unmittelbar vor dem rothen Todtliegenden geschah, da dieses letztere größtentheils aus porphyrischen Conglomeraten aufgebaut ist.

Die Vogesen zeigen außer den rothen oben erwähnten Porphyren noch §. 1158.
eigenthümliche braune Porphyrmassen, welche offenbar weit älter als die rothen Porphyre sind und theilweise der devonischen Epoche, theilweise noch älteren Formationen angehören; diese braunen Porphyre bilden meistens eigenthümliche Kuppen oder Gänge im Granit und im Gneiß, von welchen Gesteinen sie sich stets scharf unterscheiden.

Die auffallendsten Uebergänge des Porphyrs in granitische Massen finden sich in der Umgegend des See's von Lugano. Auf der einen Seite finden sich hier Porphyre, deren Grundmasse allmählich krystallinisch wird und zuletzt eine ebenso vollständige Sonderung der einzelnen Elemente zeigt, als der Granit, andererseits sieht man Granite, deren Korn allmählich undeutlich wird, und in welchen sich Drusen von Feldspathkrystallen entwickeln, so daß die ganze Masse ein porphyrisches Ansehen gewinnt. Die Uebergänge dieser beiden Gesteine sind demnach hier so allmählich, daß an eine Unterscheidung derselben kaum zu denken ist.

7. Die granitischen Gebilde.

Die Uebergänge der Granite in Porphyre und umgekehrt erscheinen so §. 1159.
mannichfaltig, wie schon in den letzten Zeilen dargethan wurde, daß man nicht verweigern kann, vielen derselben auch einen gleichen Ursprung zuzuschreiben. Indeß entfernt sich der Granit noch weiter von dem gewöhnlichen Typus der vulcanischen Gesteine, als die vorhergehenden Gebilde, indem in seiner Begleitung weder Conglomerate, noch Schlacken, noch glasige geflossene Massen vorkommen, wie dies doch noch zuweilen bei dem Porphyr der Fall ist.

Es giebt wohl kein Gestein, welches so unbestimmte Zusammensetzungen darbietet, wie der Granit; keines, das in Hinsicht der Aggregation seiner Bestandtheile, der Größe der einzelnen zusammensetzenden Elemente, der Menge der zufällig eingesprengten Bestandtheile und der Farbe derselben so mannichfaltige Wechsel darböte, wie die Granite, und die in Folge

dieser Zusammensetzung auch so verschieden in Hinsicht auf ihre Dauer sich verhalten. Es giebt feste Granite, welche kaum verwittern, andere, welche fußhoch mit einer Schicht zertrümmerten Gesteines bedeckt sind, und endlich noch andere, welche sich ungleich zersetzen und inmitten der verwitterten Masse härtere Knoten zurücklassen, welche ziemlich gut der Verwitterung widerstehen und als Bausteine benutzt werden können. Der Granit bildet meistens unförmliche Massen, deren Gestalt je nach der Verwitterung verschieden ist. In den Alpen, wo die Verwitterung nur sehr gering ist, bilden diese Massen scharfe, kühne Zacken, steile Abhänge, gewaltige Thalrisse. In Central-Frankreich, in dem Odenwalde und Schwarzwalde, den Vogesen und anderen granitischen Gegenden bildet im Gegentheil der Granit rundliche Massen mit sanften Abhängen, flachen Thälern und kuppelförmigen Erhebungen. Im Allgemeinen lehnen sich die übrigen Gesteine von allen Seiten her auf die Granitmassen auf, welche meist keine Spur von Schichtung zeigen, oft aber allmählich in Gneiß übergehen, indem sie Bänderstructur annehmen und parallele Sprungflächen zeigen, nach welchen sie sich gleichmäßig spalten lassen.

§. 1160. Die Berührungsflächen des Granites mit den übrigen Gesteinen bieten vielfache Erscheinungen dar, welche anzeigen, daß er meist in breiigem Zustande aus der Erde hervordrang; Gänge von Granit in geschichteten Gesteinen sind eine so gewöhnliche Erscheinung, daß man Hunderte von bekannten Beispielen anführen könnte, und ebenso gewöhnlich sind Contactwirkungen auf diese Gesteine und Umwandlungen derselben in oft ziemlich bedeutender Entfernung. Eins der schönsten Beispiele dieser Art bietet der St. Michaelsberg in Cornwallis, ein kleiner Hügel von kaum 50 Metern Höhe, der überall vom Meere umspült wird und durch die Erosion an allen Seiten entblößt ist. Der Hügel besteht zur Hälfte aus Granit und zur Hälfte aus Schiefer, deren Berührungsflächen überall sichtbar sind. Eine ungemeine Menge von Gängen ist von allen Seiten her in den Schiefer eingedrungen, der in einer Breite von 15 Metern etwa ein wahres Netz von Granitadern darbietet. Der Granit selbst zeigt in der Nähe der Berührungsflächen nur ein sehr undeutliches Korn mit eingesprengten Turmalinen. Er enthält eine große Menge von Schieferfragmenten, deren Bruchflächen durchaus frisch und unverändert sind. Der Schiefer selbst zeigt sich in der Nähe des Granites wesentlich verändert, seine Masse ist körnig, mit reichlichen Glimmerplättchen durchwebt, welche alle eine bestimmte Lage annehmen, und dadurch eine gneißige Masse herstellen.

§. 1161. Die Metamorphosirung der Gesteine in der Umgegend der Granite ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung; meistens werden dieselben mehr oder minder körnig-krystallinisch und zeigen in ihrem Inneren eine reichliche

Entwickelung von Glimmer- oder Talkplättchen, welche dem Gesteine in der Nähe des Contactes eine mehr oder minder gebänderte Structur ertheilen. Der Granit erscheint in den Gängen und an den Berührungen meist weit feinkörniger, als im Inneren seiner größeren Massen, und diese Veränderung der Aggregationsstructur, welcher man in den Alpen sehr leicht folgen kann, beruht offenbar nur darauf, daß die in breiigem Flusse befindliche Granitmasse längs der Berührungsfläche weit schneller erkaltete, und deshalb in kleineren Krystallen anschoß, als im Inneren der Massen, wo die Krystallisation bei langsamer Erkaltung größere Elemente liefern konnte.

Das Alter der Granite im Allgemeinen zu bestimmen, ist rein unmög- §. 1162.
lich, da die Ausbrüche derselben in jeder Localität zu einer anderen Zeit statthatten, oft sogar mehrfache Ausbrüche von Granit an demselben Orte nachgewiesen werden können. Die unmittelbare Umgegend von Heidelberg bietet in den Felsen, auf welchen das Schloß ruht, drei Modificationen verschiedenartigen Granites dar, welche zu verschiedenen Zeiten Eruption gemacht haben. Der älteste dieser Granite enthält viel schwarzen Glimmer und mancherlei fremdartige Knoten, welche darauf hinzudeuten scheinen, daß er durch eine andere Felsmasse hindurchbrach, von welcher er modificirte Stücke aus der Tiefe mitbrachte. Durch diesen schwarzen Granit ist ein anderer Granit durchgebrochen, welcher deutliche Gänge bildet und in seiner Grundmasse nur wenigen weißlichen Glimmer enthält. Ein sehr grobkörniger Granit mit großen Glimmerblättern und bedeutendem Gehalte an Quarz bildet endlich die letzte Eruption, die die beiden ersten Gänge vielfach durchbrochen und zerworfen hat.

Durchaus ähnliche Fälle hat man in den Alpen und namentlich in der §. 1163.
Nähe von Valorsine beobachtet, wo der Thalboden nicht aus dem gewöhnlichen Protogin der Montblanc-Kette, sondern vielmehr aus ächtem Granite gebildet ist, der äußerst wunderliche Gänge in den Protoginfelsen der Thalwandungen bildet. In der Masse des Montblanc selbst, namentlich an den nackten Felsen des Jardin auf dem Eismeere (Mer de Glace), finden sich Gänge von feinkörnigem Protogin innerhalb des gewöhnlichen grobkörnigen Gesteines, und hier sowohl wie in den Blöcken der Moränen, welche man am Thalende der Gletscher des Chamounithales antrifft, findet man häufig Fragmente von Glimmerschiefer innerhalb der Protoginmassen eingebacken, um welche herum das Gestein eine gebänderte Structur angenommen hat. Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, daß der gewöhnliche grobkörnige Protogin des Montblanc in seiner geflossenen Masse Bruchstücke von durchbrochenen Gesteinen enthält und daß er selbst wieder in der Folge zweimal, erst von feinkörnigen Protoginen und dann, bei Valorsine, von ächten Graniten durchbrochen wurde.

§. 1164. Im Allgemeinen gehören indeß die Granite älteren Eruptionsepochen an, und man kennt nur seltene Beispiele, wo sie Schichten neuerer Bildungsepochen durchbrochen hätten. Auf der Insel Elba findet sich indeß ein grobkörniger Granit, welcher Gänge in dem nummulitischen Gesteine bildet, das dort die überlagernde Masse bildet. An einigen Orten erhält dieser Granit mehr porphyrische Grundmasse, während er an anderen wirklich ächten Granit darstellt. Das nummulitische Gestein ist außer den Graniten noch von Serpentingängen durchbrochen und diese Serpentingänge sind von den Granitadern vielfach durchsetzt und verworfen. Es zeigt dies Verhältniß deutlich, daß das nummulitische Gestein zuerst von Serpentin und dieser wieder von Granit durchbrochen wurde, so daß also die Erscheinung des Granites der Insel Elba nothwendig der tertiären Epoche angehören muß.

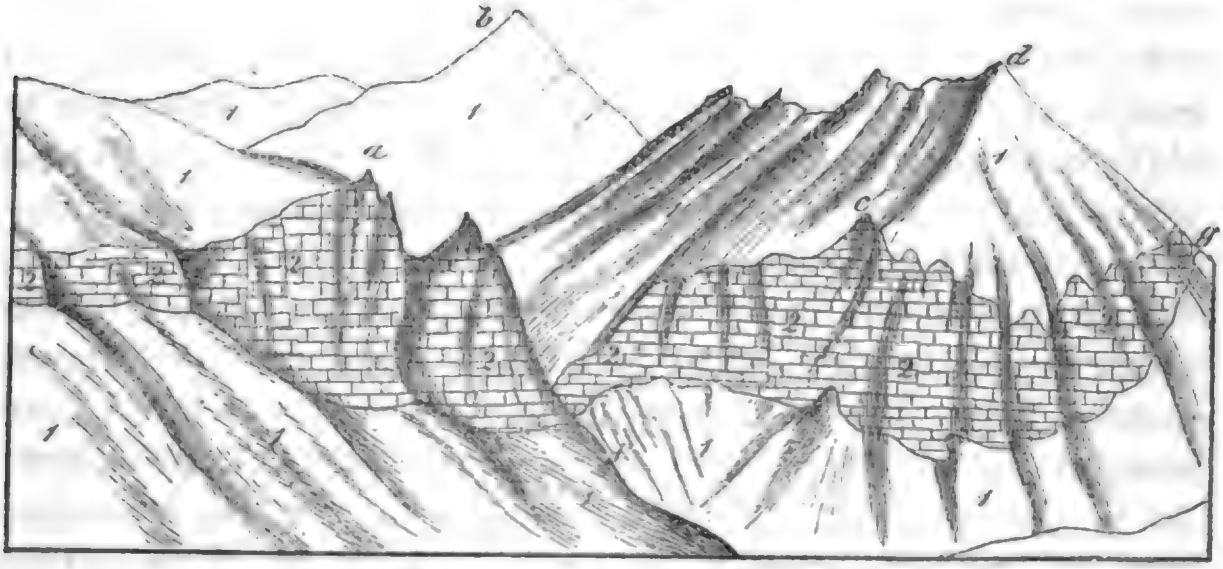
§. 1165. Die granitischen Eruptionen bieten hinsichtlich der Flüssigkeit der Masse, welche aus dem Inneren hervorbrach, wesentliche Verschiedenheiten dar, indem die einen als höchst dünnflüssiger Brei, die anderen sogar beinahe als feste Masse aus dem Boden hervorgehoben worden zu sein scheinen. Die oben angeführten Beispiele von feinen Gängen und Adern innerhalb anderer Gesteine beweisen hinlänglich schon, daß die Masse sehr dünnflüssig gewesen sein muß, welche diese Gänge bilden konnte. Aehnliche schmale Gänge existiren bei Brinzio, an dem Ufer des See's von Lugano, in der Auvergne, wo ein rother porphyrischer Granit den gewöhnlichen Granit an vielen Stellen durchbrochen hat, und in dem Thale des Irtisch in dem südlichen Siberien hat man sogar Lagerungsverhältnisse beobachtet, welche darauf hinzudeuten scheinen, daß der Granit wie eine flüssige Masse aus dem Boden hervorquoll und sich an der Oberfläche gleich einem Lavastrome ausbreitete.

§. 1166. In den Alpen, wo der Granit hohe Massen mit steilen Abstürzen und wilden Zacken bildet, scheint eine große Flüssigkeit desselben nicht angenommen werden zu können, indem er sonst unmöglich solche enge Thalrisse und hohe Felswände hätte bilden können, ja es scheint sogar dort der meiste, wenn nicht aller Granit der Alpen nur aus der Metamorphose anderer, geschichteter Gesteine hervorgegangen und nicht als eruptives Gestein hervorgebrochen zu sein. Auf der anderen Seite finden sich indeß in denselben Alpen, wo die angeführten Verhältnisse sich zeigen, Gangbildungen des Granites und Einkeilungen von Kalk in den Granit, welche stellenweise auf eine große Flüssigkeit der Masse hinzudeuten scheinen. In der Gebirgsgruppe der Oisans, wo ein talkiger Granit die wildesten Gebirgszacken bildet, findet sich dasselbe Gestein in Form von äußerst schmalen Gängen, die sich in den Thalschichten der anstehenden Gebirgsmassen verlieren. In derselben Gebirgsgruppe zeigen sich die schönsten Beispiele von Einlagerung und Ueberlagerung

des Kalkes durch den Granit. So findet man in der Nähe von Villard d'Areine eine gewaltige Gebirgsmasse von Granit, welche auf schief einfallenden Schichten der jurassischen Formation ruht. Man kann die Berührungsfläche dieser beiden Gesteine auf eine weite Strecke hin verfolgen und mit Leichtigkeit Handstücke hauen, welche halb aus Granit, halb aus krystallinischem Kalksteine bestehen, so scharf abgeschnitten ist die Gränze beider Gesteine. Der Kalkstein selbst, welcher in einiger Entfernung von dem Granite mergelig ist und wohl charakterisirte Fossilien enthält, wird an den Berührungsflächen graublau, durchscheinend, hart und krystallinisch, während der Granit in der Annäherung gegen den Kalkstein allmählich feineres Korn gewinnt und zuletzt in einen wahren Eurit mit fast unkenntlichem Korne übergeht.

Die Einkeilungen von Kalk zwischen granitische Massen finden sich in §. 1167.
den berner Alpen ungemein häufig, und namentlich an der Jungfrau sowie an den Wänden des Urbachthales im Hasligebiete sind die Lagerungsverhältnisse in neuerer Zeit genauer bekannt geworden. Die beigefügte Linearzeichnung, Fig. 426, stellt die gewaltigen Kalkkeile dar, welche an dem Eingange des Oberhaslithales zu beiden Seiten der Aarschlucht, die nach

Fig. 426.



Kalkeinlagerung am Haslithale.

1. Gneißgranit. 2. Kalk. *a.* Pfaffenkopf. *b.* Ritzlihorn. c. Laubstock. *d.* Tristenstock. *f.* Oberhaslithal. *g.* Urbachthal.

Guttannen hinaufführt, an den beiden Stücken des Pfaffenkopfes und Laubstockes sich zeigen. Es erscheinen diese Kalkkeile als losgebrochene Stücke der großen Kalkmassen, welche die Thalwände des unteren Hasli bei Meyringen, den queren Sattel des Kirchet, welcher den Kessel von Hasli im Grunde von Unterhasli trennt und die Kesselwände von Hasli bilden. Die größte Mächtigkeit dieser Keile beträgt etwa 1000 Fuß; sie bestehen aus

hellgrauem, sehr feinkörnigem oder compactem Kalke, der Belemniten enthält; ihre Schichten fallen südlich in die Gebirgsmasse hinein und lassen sich längs der Wände des Laubstockes in dem Urbachthale noch etwa eine Stunde weit immer mehr abnehmend verfolgen, bis sie zuletzt in ein nur wenige Fuße mächtiges Lager endigen. An den Berührungsstellen des Kalkes mit dem Gneißgranite, welcher diese Keile von oben wie von unten vollkommen umgiebt, ist der Kalk oft dolomitisch oder auch krystallinisch, marmorartig und in der Fortsetzung des Keiles sieht man noch einige, vollkommen abgetrennte und eingeschlossene Nester von weißem, grobkörnigem Marmor. Auch in dem Gadmenthale, welches dem Urbachthale gegenüber sich öffnet, kann man das Auslaufen des Kalkkeiles vom Pfaffenkopfe verfolgen, wenn auch weniger weit thalaufwärts, und auch hier finden sich Nester von weißem Marmor in einiger Entfernung von dem Ende des Kalkkeiles, welche wohl als dessen letzte Trümmer zu betrachten sind.

§.1168. Die Anordnung der einzelnen Elemente in den Graniten bietet insofern manche schwer zu erklärende Eigenthümlichkeiten dar, als die einzelnen Bestandtheile sich wechselseitig so innig durchdringen, daß man glauben könnte, es seien ganz besondere Erscheinungen der Krystallisation vorhanden gewesen, welche diese Durchdringungen veranlaßten. Die Schmelzbarkeit der einzelnen Elemente des Granites, nämlich des Quarzes, Feldspathes und Glimmers ist äußerst verschieden, und dennoch findet man sehr häufig einen Quarzkrystall, welcher auf der einen Seite in den Feldspath sich eingedrängt hat, während andererseits er selbst wieder den Eindruck eines Feldspathkrystalles erhielt. In den grobkörnigen Graniten, welche Turmaline enthalten, finden sich die Krystalle dieses Minerals rundumgossen von Quarzmasse, welche so genau den Abklatsch des Turmalinkrystalles bildet, daß sogar die Risse und Spaten desselben von Quarz ausgefüllt sind. Offenbar war hier der Turmalinkrystall schon gebildet, ehe die Quarzmasse sich consolidirte, und es fragt sich, wie dies möglich war, da doch der Turmalin eine weit schmelzbarere Masse darstellt, als der Quarz, und dieser letztere mithin vor dem Turmalin hätte krystallisiren müssen.

§. 1169. Die Erklärung dieser und vieler anderer verwickelter Verhältnisse ähnlicher Art muß wahrscheinlich in den eigenthümlichen Eigenschaften der Kieselerde gesucht werden, welche außerordentlich lange dehnbar bleibt, selbst nachdem ihre Erkältung schon längst unter den Schmelzpunkt vorgeschritten ist. Leichter schmelzbare Massen konnten deshalb im Inneren dieser weichen dehnbaren Masse krystallisiren, fest werden, ehe dieselbe noch gänzlich erstarrt war. Hierzu kommt noch, daß selbst die fest gewordene Kieselerde ein ganz außerordentliches Gruppirungsvermögen ihrer Mole-

cüle besitzt, wie dies schon früher bei Gelegenheit der Kieselbildung in der Kreide und anderen mergeligen Gemengen erwähnt wurde. Mehr als jeder andere Stoff ist demnach die Kieselerde fähig, bei länger anhaltender höherer Temperatur sich in einer Weise zu gruppiren, die den umgebenden oder eingesprengten Gemengtheilen der Masse entspricht, und auf derselben Fähigkeit beruht auch ihre Eigenschaft, eine gewisse faserige oder fibröse Structur anzunehmen, welche den Bewegungen nachgiebt, welchen die Masse in ihrer Gesammtheit unterworfen war.

Diese Fähigkeit, sich auszuziehen in faserige oder gebänderte Massen, §. 1170.
bildet den wesentlichen Grund der vielfachen Uebergänge des Granites in faserigen Gneiß, der wohl zu unterscheiden ist von geschichtetem Gneiß, welcher aus der Metamorphose geschichteter Steine hervorgegangen ist. Die Elemente des Gneißes als Felsart sind durchaus dieselben wie diejenigen des Granites, und in den meisten Handstücken, wo die gebänderte Structur nicht deutlich hervortreten kann, ist eine Unterscheidung derselben platterdings unmöglich. Die Bänderstructur im Großen geht aber sehr häufig aus der Ausziehung und Dehnung der äußeren Lagen der ausgebrochenen Granitmassen hervor, welche dadurch wie von Schalen krystallinischen, gebänderten Gneißes umgeben sind, die gleichsam als gewaltige abgeplattete Fasern zu betrachten sind. Diese faserigen Gneißmassen, welche öfters Reibungsoberflächen und Quetschungsspuren zeigen, sind offenbar eruptiver Natur, und die bänderartige Abtheilung und Anordnung ihrer Elemente wurde durch die Ausdehnung bedingt, welche sie bei ihrer Erhebung erlitten, eine Ausdehnung, welche durch die Eigenschaft der Kieselerde, sich in fadenartige Massen auszuziehen, bedeutend begünstigt wurde; deshalb haben denn auch alle diese Blätter der eruptiven Gneiße eine der Hebungsrichtung entsprechende Lagerung, während die wahrhaft metamorphischen Gneiße, welche aus der Umwandlung geschichteter Steine hervorgingen, dieses Anschmiegen der Blätter an die eruptiven Kerne öfters nicht bemerken lassen.

8. Die krystallinischen geschichteten Gesteine.

Wir hätten die Reihenfolge der Bildungen, welche wir unter diesem §. 1171.
Namen begreifen, auch ohne Weiteres als metamorphische Gebilde bezeichnen können, um damit anzudeuten, daß dieselben nicht von vorn herein in ihrer jetzigen Gestalt abgelagert wurden, sondern vielmehr späteren Umwandlungen unterworfen waren, welche mächtig genug waren, den Aggregatzustand ihrer Masse zu ändern, ohne zugleich ihre Schichtung zu vernichten oder eine gänzliche Schmelzung zu bewerkstelligen. Diese Gesteine, zu welchen namentlich die Gneiße, Glimmerschiefer, Hornblende-

schiefer, der krystallinische Kalk u. s. w. gehören, stehen in der innigsten Beziehung zu den ungeschichteten Kernen der Gebirge, in welche sie namentlich mittelst des faserigen Gneißes übergehen, dessen wir so eben erwähnten. Um diese ungeschichteten Kerne bilden die metamorphischen Gesteine, im Großen betrachtet, eine Art mannichfach zerrissenen Mantels, dessen Schichten schalenartig um den mittleren Kern gelagert sind. Je näher man dem mittleren Kerne kommt, desto auffallender wird die krystallinische Bildung dieser Massen, während im Gegentheil, je weiter man sich davon entfernt, desto mehr diese krystallinische Beschaffenheit abnimmt, und allmählich in diejenige gewöhnlicher Sedimentgesteine übergeht. Es ist mithin auf der einen Seite ebenso die allmähliche Umbildung reiner Sedimentgesteine in diese krystallinisch geschichteten Massen zu beobachten, wie man gegenüber den Uebergang derselben zu dem ungeschichteten Kerne verfolgen kann, und da diese Verhältnisse sich nicht nur in den größeren Gebirgen, sondern auch in verhältnißmäßig sehr kleinen Eruptionshügeln wiederholen, so ergiebt sich daraus die enge Beziehung und die Verkettung der Sedimentgesteine mit den ungeschichteten, vermittelst der geschichteten krystallinischen Massen.

Der Mantel, welchen diese Gesteine im Umkreise der ungeschichteten Gebirgskerne bilden, ist, wie leicht zu begreifen, mannichfach zerrissen und zerklüftet, da er in unmittelbare Berührung mit dem eruptiven Kerne kam. In diesem Mantel finden sich deshalb auch hauptsächlich die Erzgänge, die, wie wir später nachweisen werden, nur mit besonderen mineralischen Substanzen ausgefüllte Spalten darstellen, und man hat auf dies wesentliche Vorkommen der Gänge gestützt, öfters auf die ganze Klasse der metamorphischen Gebilde den Namen der Ganggesteine angewendet, der indeß insofern unpassend ist, als auch in anderen Gesteinen Erzgänge vorkommen.

Der Gneiß.

§. 1172. Es wurde schon öfter bemerkt, daß der Gneiß hinsichtlich seines mineralogischen Verhaltens durchaus nicht von dem Granite getrennt werden kann, und je mehr man auf die nähere Structur der größeren Gebirge eindringt, um so mehr scheint es, als müßte diese ältere Unterscheidung gänzlich vernachlässigt werden. Unter den genaueren Forschungen der Geognosten nimmt die Ausbreitung geschichteten Gneißes mehr und mehr zu, und da, wo man früher ungeschichteten Granit vor sich zu haben glaubte, entdeckt man nun regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem Granit ein geschichtetes Ansehen verleihen und denselben in die Klasse der metamorphischen Gebilde zurückdrängen. So scheint jetzt mehr und mehr aus dem Studium des Alpengebirges hervorzugehen, daß dasselbe

eigentlich gar keinen wahren ungeschichteten Granit enthält, sondern daß aller Granit der Schweizer Alpen wenigstens aus der Umwandlung ursprünglich geschichteter Gesteine hervorgegangen ist. Indeß hat man bis jetzt noch den Namen des Granites denjenigen krystallinischen Gesteinen bewahrt, in welchen nur Absonderungsflächen im Großen, nicht aber schieferige und bänderige Structur vorhanden war. Die ächten gebänderten Gneiße hingegen zeigen oft sehr regelmäßige Schichtungen und abwechselnde Lager von anderen Gesteinen, namentlich Glimmerschiefer und Marmor, die ebenso regelmäßig mit einander abwechseln, als in einem gewöhnlichen geschichteten Systeme Kalke, Mergel und Sandsteine über einander lagern, und wenn man bedenkt, daß die Gneiße höchst wahrscheinlich aus der Umwandlung solcher abwechselnden Lager geschichteter Gesteine hervorgegangen sind, so kann eine solche Anordnung nicht mehr auffallend sein. Die Blätter der Gneiße sind oft auf das Vielfachste in einander gebunden, in Zickzack-Biegungen geknickt und gebogen, ohne deshalb Wechsel in ihrer Dicke und Mächtigkeit zu zeigen, und sehr häufig sind diese Bänder so schmal und dünne, daß eine schieferige Absonderung des Ganzen nicht zu verkennen ist.

Der Glimmerschiefer

wechselt seinem äußeren Verhalten nach ungemein, und geht sehr §. 1173.
häufig in Gneiß, Hornblendeschiefer, Talkschiefer und Thonschiefer über. Es ist meistens ein hartes, schwer verwitterndes Gestein, das wohl geschichtet, und noch obenein in schieferige Blätter zerlegt ist und wilde scharfe Kämme mit schneidenden Rücken und scharf ausgezackten Spitzen bildet. Die Gestalt der Gebirge des berner Oberlandes ist meist durch die plattenförmige Absonderung des gneißigen Glimmerschiefers, welcher die größten Höhen bildet, bedingt.

Die übrigen Schieferarten, welche wir so eben nannten, zeigen Verhältnisse, ganz ähnlich denjenigen des Glimmerschiefers, und das gemeinsame Muttergestein derselben scheint der Thonschiefer zu sein, der zuweilen mit ihnen abwechselt und im ersten Beginne der Umwandlung einen gewissen Atlasglanz zeigt, der mit zunehmender Härte des Gesteines sich entwickelt.

Der körnige Kalk.

Der Marmor findet sich sehr häufig in der Zone der metamorphischen §. 1174.
Gesteine, und in Abwechselung mit diesen, wo er dann wohlgeschichtete Lager bildet, die zuweilen in körnigen Quarzfels sich fortsetzen. Oft bildet der Marmor aber auch unförmliche schichtenlose Massen, und man hat sogar an einigen Localitäten Gänge von körnigem Kalke entdeckt, welche die ge-

schichteten Gesteine ganz so durchsetzen, wie nur ein anderes eruptives Gestein es thun kann, ein Beweis, daß die Kalkmasse förmlich in Fluß gekommen war und sich als breiige Masse verhielt.

---

§. 1175. Es geht aus diesen Beobachtungen schon hervor, daß alle die eben angeführten Gesteine in der That durch Umwandlung geschichteter Massen entstanden sind und die Lagerungsverhältnisse beweisen, daß diese Umwandlungen hauptsächlich in der Nähe der Ausbruchsstellen eruptiver Massen auftreten. In den größeren Gebirgsketten, wo der Maßstab der Erscheinungen sich über weite Strecken hin ausdehnt, findet man ungeheure metamorphische Massen, deren Umwandlung man Schritt für Schritt von außen nach innen hin verfolgen kann; man sieht hier, wie dieselbe Schicht allmählich aus compactem Sedimentgesteine durch mannichfache Umwandlungen in ungeschichtetes krystallinisches Gestein übergeht und aus der genauen Verfolgung dieser Schichten in den graubündtner Alpen haben Escher von der Linth und Studer folgende Reihen von Uebergangsbildungen nachgewiesen, deren Erklärung vom chemischen Standpunkte aus freilich noch in weiter Ferne liegt, wenngleich die Existenz derselben unbestritten sein dürfte. In den folgenden, der Abhandlung dieser beiden Geologen entnommenen Reihen ist zuerst das Sedimentgestein aufgeführt, dann die verschiedenen metamorphischen Gesteine und zuletzt das ungeschichtete Gestein, welches als Endproduct der Metamorphose sich zeigt. Die Reihe Nro. 2 ist also in der Art zu verstehen, daß man in Bündten geschichteten Kalk findet, der allmählich krystallinisch wird, dann in körnigen Marmor, durch Aufnahme von Talkblättchen in Talkschiefer und zuletzt in Gneiß sich umsetzt, ohne daß die Continuität dieser Bildungen unterbrochen wäre.

1) Geschichteter, compacter Kalk — krystallinischer Kalkstein — dolomitischer Kalkstein — ächter Dolomit — Rauchwacke — talkführende Rauchwacke — feldspathführende Rauchwacke — Gneiß — Gneißgranit — Granit.

2) Kalkstein — krystallinischer Kalk — Marmor — Talkschiefer — Gneiß.

3) Mergelschiefer — talkiger Mergelschiefer — Chloritschiefer — Lavezstein — Serpentin — Gabbro und Diorit.

4) Sandstein — Galestro — Quarzit — Gneiß — Granit.

Die hier angeführten, in Mittelbündten beobachteten Reihen geben nur einen geringen Begriff von den gewaltigen Effecten, welchen wir bei jedem Schritte in den Alpen begegnen. Es sind hier nicht schmale Saal-

bänder fußbreiter Gänge, sondern Massen von Tausenden von Fußen Mächtigkeit und meilenweiter Erstreckung, die allmählich aus einer Steinart in die andere übergehen, ohne daß man eine Gränze ziehen könnte.

Wenn wir die in dem Vorhergehenden aufgezählten Thatsachen unter §. 1176. einem allgemeinen Gesichtspunkte zusammenzufassen und namentlich die im ersten Bande bei Gelegenheit der paläozoischen Gebilde berührten Erscheinungen damit zu vergleichen suchen, so ergiebt sich, daß der Metamorphismus eine Gruppe von Veränderungen umschließt, welche eine außerordentliche Verbreitung besitzen — eine Verbreitung, welche um so mehr zunimmt, je mehr die betreffenden Gesteine zu älteren Erdschichten gehörten. Es zeigt sich aber bei dieser Betrachtung augenfällig, daß der Metamorphismus an sich in zwei große Hauptklassen zerfällt — daß seine Erscheinungen, wenn auch auf demselben Grunde, dem inneren feuerflüssigen Erdkerne beruhend, dennoch zwei verschiedenen Manifestationen dieses Einflusses zugeschrieben werden können, deren die eine mehr beständig und deshalb normal auf weite Strecken ausgedehnt wirkt, während die andere mehr zufällig und local beschränkt sich zeigt. Bevor wir indeß auf diese beiden Arten des Auftretens der metamorphischen Erscheinungen eingehen, mag es ersprießlich sein, noch einmal auf die gemeinsame Grundursache derselben zurückzugehen und zu zeigen, daß wirklich die in der Natur beobachteten Thatsachen von derselben abhängig gemacht werden können.

Die Hervorbringung krystallinischer Gesteine theils unmittelbar, theils §. 1177. durch Umwandlung von Sedimentgesteinen wird allgemein als Wirkung der Hitze betrachtet und man beruft sich mit vollem Rechte auf die Erscheinungen, welche man an den Bekleidungen der Hochöfen und Kalköfen, sowie aller jener Gebäude wahrnimmt, in welchen man längere Zeit hindurch einen gewaltigen Hitzegrad unterhält. Es zeigen sich hier die meisten Erscheinungen, welche oben beschrieben wurden, aus den Saalbändern der Basalte, Porphyre und anderer vulcanischen Gesteine, die in geschichteten Ablagerungen Gänge bilden; der Sandstein wird durch die langdauernde Hitze in körnigen Quarzit, der compacte Kalk in körnigen umgewandelt, viele feldspathige Gesteine gerathen in Fluß, werden gefrittet u. s. w. Die Veränderungen beschränken sich aber nicht allein auf Metamorphosen solcher Art, sondern es werden auch wirklich durch chemische Actionen, welche die Hitze entwickelt, neue Mineralien erzeugt, deren Bestandtheile nur in den zum Baue verwendeten Mineralien sich finden. So hat man in Sangerhausen in einem Hochofen Krystalle von wohlcharakterisirtem Feldspath er-

halten, dessen Bestandtheile aus dem rothen Sandsteine, in welchem der verarbeitete Erzgang bricht, hervorkrystallisirt waren; so hat man theils in Hochöfen, theils auch durch directe Versuche im Laboratorium beim Zusammenschmelzen der Bestandtheile eine Menge von Mineralien künstlich erzeugt gesehen, unter denen man nur Glimmer, Peridot, Idokras, Pyroxen, Granat zu nennen braucht, um zu beweisen, daß die meisten der in den metamorphischen Gesteinen eingesprengten Mineralien wohl ähnlicher Wirkung ihren Ursprung verdanken mögen.

§. 1178. Wenn demnach durch den sowohl absichtlich wie unabsichtlich angestellten Versuch factisch die bedeutende Wirkung der Hitze, sowohl zur Metamorphosirung der Aggregationszustände als auch zur chemischen Umbildung der Gesteine erwiesen ist, so darf andererseits aus dem Fehlschlagen vieler solcher Versuche nicht gefolgert werden, daß andere Mineralien nicht auf ähnliche Weise entstehen konnten. Man hat noch keinen Amphibol künstlich darstellen können; beim Zusammenschmelzen seiner Elemente entsteht Pyroxen; folgt daraus, daß der Amphibol, welcher in so vielen metamorphischen Gesteinen eine bedeutende Rolle spielt, nicht auf feurigem Wege erzeugt sei? Gewiß nicht! Es bedarf nur, um den Ungrund eines solchen Schlusses darzuthun, eines Hinweises auf die Unterschiede, welche zwischen dem Versuche und den in der Natur in Action gesetzten Kräften wirken.

§. 1179. Eine ungeheure Quantität von Gasen, namentlich aber von Wasserdampf, der mit Salzsäure und oft auch mit Schwefelwasserstoff geschwängert ist, entwickelt sich bei allen vulcanischen Eruptionen, wie wir früher gesehen haben. Die Wegführung einer Menge von Stoffen, welche durch einfache Wirkung der Hitze nicht erklärt werden könnten, ist durch diese Anwesenheit von Gasen und Dämpfen begreiflich und ebenso liegt es auf der Hand, daß auf die chemischen Erscheinungen dieselbe einen wesentlichen Einfluß äußern muß, den wir aus unseren künstlichen wie zufälligen Versuchen nicht ermitteln können, weil diese ohne Mithülfe dieser Dämpfe und Gase ausgeführt wurden. Man könnte hier freilich einwenden, daß in den älteren Zeiten diese Dämpfe wohl nur eine weit geringere Rolle gespielt haben mögen, indem, wie früher bemerkt, bei den älteren eruptiven Gesteinen die Schlacken- und Aschenmassen fehlen, welche hauptsächlich als Resultat der Dämpfe angesehen werden können; allein andererseits darf man sich darauf berufen, daß die Zusammensetzung dieser Gesteine auch wieder auf besondere chemische Agentien hinweist, welche in den jetzigen eruptiven Gesteinen keine Rolle mehr spielen. So enthalten die älteren metamorphischen und Ganggesteine oft eine bedeutende Menge von Mineralien, in welchen das Fluor als wesentlicher Bestandtheil auftritt, und man darf daraus schließen, daß die Fluorwasserstoff-

oder Flußsäure, dieses mächtige Auflösungsmittel der kieselhaltigen Zusammensetzungen, eine wesentliche Rolle in den älteren eruptiven Erscheinungen gespielt habe, die ihm jetzt nicht mehr zukommt.

Ein fernerer bedeutender Unterschied wird bedingt durch den verschie- §. 1180.
denen Druck, unter welchem die Einwirkung der Hitze vor sich ging. — In unseren Laboratorien, in den Hochöfen geschieht diese Einwirkung unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre; in der Natur meist unter dem Drucke einer mehr oder minder tiefen Wassermasse, am Grunde des Meeres, unter gewaltigen Felsschichten, die erst einem bedeutenden Drucke wichen. Namentlich bei dem sogleich zu erwähnenden Einflusse des normalen Metamorphismus erfolgten die Erscheinungen unter dem Drucke eines mehr oder minder tiefen Meeres. Bedenkt man aber, daß eine Tiefe von 10 Metern Wasser einem Atmosphärendrucke gleichsteht, daß, wie der Versuch gelehrt hat, nur wenige Atmosphären dazu gehören, um die Kohlensäure in dem der Schmelzhitze ausgesetzten Kalksteine zurückzuhalten, und daß unsere künstlichen Versuche noch bei weitem nicht unter so bedeutenden Druckverhältnissen gemacht wurden, als in der Natur nothwendig geschehen mußte, so wird man eingestehen müssen, daß auch hier Erfolge erzielt werden konnten, deren Erzeugung uns bis jetzt noch unmöglich war.

Ebenso darf die Zeitdauer nicht vernachlässigt werden. Die zuweilen §. 1181.
Jahre lang dauernde Hitze der Hochöfen hat schon Erfolge, welche wir im Laboratorium nicht hervorbringen können. Alle geologischen Phänomene aber liegen hinsichtlich der Zeitdauer, innerhalb welcher sie sich bewegen, fast außerhalb der Gränzen unseres Verstellungsvermögens, und Tausende, ja Millionen von Jahren haben namentlich bei dem normalen Metamorphismus nur die Bedeutung von Stunden und Wochen, unseren Versuchen gegenüber.

Nicht minder ist die Verschiedenheit der Massen, womit operirt wird, §. 1182.
in Anschlag zu bringen. Es ist bekannt, daß die stärksten chemischen Verwandtschaften durch große Massen eines schwach reagirenden Stoffes aufgehoben werden können und daß die Reactionen großer Mengen nicht immer ebenso ausfallen, wie bei kleinen Quantitäten, wenn auch die auf einander einwirkenden Stoffe in demselben Verhältniß zu einander standen. Daß aber gar keine Vergleichung zwischen den ungeheuren Massen, mit welchen die Natur operirte, und den von uns angewandten Quantitäten angestellt werden kann, liegt auf der Hand.

Als letzter Grund der Verschiedenheit endlich können vielleicht ver- §. 1183.
schiedene elektrische Einflüsse geltend gemacht werden, wenn auch bei dem Mißbrauche, den man mit dieser Kraft getrieben hat in Aufstellung von Theorien, man nicht vorsichtig genug sein kann bei Anrufung derselben. Indeß kann doch bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse nicht ge-

leugnet werden, daß das Zusammentreffen großer feuerglühender Massen mit kälteren Gesteinen thermo-elektrische Erscheinungen hervorrufen mußte, deren Berechnung außer unserer Macht steht, weshalb es auch unnütz wäre, näher darauf eingehen zu wollen.

§. 1184. Aus allen diesen Betrachtungen geht indeß wohl unzweifelhaft hervor, daß wir wohl jeden künstlichen Versuch, welcher einen Theil der in der Natur beobachteten Erscheinungen erklärt, bei Betrachtung der metamorphischen Phänomene benutzen müssen, daß wir aber uns wohl zu hüten haben, aus dem Mißlingen solcher Versuche auch auf die Unmöglichkeit der in der Natur uns vorgeführten Effecte zu schließen. Zudem sind die Beobachtungen an Hochöfen und die von Gelehrten und Naturforschern angestellten Versuche noch viel zu gering und zu wenig umfassend, um hierauf eine Negation gründen zu können, und es ist zu erwarten, daß bei Fortsetzung dieser Versuche und bei stets größerer Annäherung an die in der Natur beobachteten Verhältnisse auch stets mehr Aufschlüsse über die metamorphischen Erscheinungen erhalten werden dürften.

Wenn es demnach erlaubt ist, aus der Aehnlichkeit und der Vergesellschaftung aller metamorphischen Erscheinungen auch auf eine und die nämliche Grundursache derselben, die von dem feuerflüssigen Erdkerne entwickelte Hitze, zurückzuschließen, so bedarf es hier noch einiger Erläuterungen über den schon im ersten Bande kurz berührten Unterschied zwischen normalem und zufälligem Metamorphismus.

§. 1185. Der erste beruht wesentlich auf der steten ununterbrochenen Einwirkung der inneren Erdwärme auf die Gesteinsschichten, welche die Rinde des feuerflüssigen Kernes bilden. Daß diese jetzt an der Oberfläche der Erde gering genug sei, um gleich Null angesehen werden zu können, wurde schon früher weitläufiger nachgewiesen; daß in jetziger Zeit, bei der Zunahme von 1 Grad C. auf je 30 Meter Tiefe, man schon in sehr bedeutende Tiefen hinabsteigen müsse, ehe eine bestimmte Einwirkung angenommen werden könnte, geht schon aus dieser Thatsache hervor. Ebenso wurde aber in der Einleitung nachgewiesen, daß es eine Zeit gab, während welcher die Zunahme der Wärme nach innen zu weit bedeutender war; so bedeutend, daß schon in verhältnißmäßig geringer Tiefe eine Temperatur herrschte, welche tausend und mehr Grade erreichte, mithin der bedeutendsten Wirkungen auf die ihr ausgesetzten Gesteinsschichten fähig war. Ebenso wurde schon, bei Behandlung der inneren Erdwärme, festgestellt, daß dieselbe durch Ausstrahlung nach der Oberfläche hin beständig abnehme und daß mithin die Wirkung dieser Wärme stets im Verhältniß zu den ausstrahlenden Oberflächen stehe.

Die älteren Sedimentgesteine wurden so gut wie die neueren auf dem Grunde des Meeres abgelagert, und bildeten dort nach und nach jene

Schichten, die wir jetzt nur noch an wenigen Orten unverändert, mit unversehrten Petrefacten, wiederfinden. Diese Ablagerungen erreichen meist eine bedeutende Dicke, und da die Natur ihrer Fossilien darauf hinweist, daß sie in nicht zu tiefen Becken abgelagert wurden, so mußten beträchtliche Senkungen stattfinden, wodurch der Grund dieser Becken der Zone, in welcher die Wirkungen der Hitze fühlbar wurden, näher gebracht wurden. Zu diesem schon früher erwähnten Umstande gesellte sich indeß noch ein anderer, der aus der Veränderung des Beckens selbst durch den beständigen Niederschlag hervorging.

Die Meere verhalten sich bekanntlich anders zur Wärme, als die fe- §. 1186.
sten Gesteine, in welchen eine regelmäßige Zunahme der Temperatur nach innen stattfindet. Die Beweglichkeit der Wasserpartikelchen bringt beständige Strömungen hervor, wodurch die kälteren Theile zu Boden sinken, die wärmeren, ihrer größeren specifischen Leichtigkeit wegen, in die Höhe steigen, und auf dieser Beweglichkeit der Wassertheilchen beruht die Eigenthümlichkeit, daß einigermaßen tiefe Wasserbecken und Meere auf ihrem Grunde die der größten Dichtigkeit entsprechende Temperatur zeigen. Bei süßem Wasser findet sich dieser Dichtigkeitspunkt bekanntlich etwa bei $+ 4{,}5^{0}$ C.; je salzhaltiger das Wasser ist, desto tiefer rückt er gegen den Nullpunkt hin und sogar unter denselben.

Aus diesen eigenthümlichen Verhältnissen, der Wärme gegenüber, ergiebt sich nun ein bedeutender Unterschied, je nachdem ein Becken mit Wasser erfüllt, oder durch Ablagerungen nach und nach gänzlich versandet wird. Man nehme zum Beispiel ein 300 Meter tiefes Meer an, welches sich mit der Zeit anfüllt. So lange es nur Wasser enthielt, so war in der Tiefe von 300 Metern eine Temperatur von Null Graden, und die Zunahme der Temperatur beginnt von diesem Punkte an mit je 1^{0} C. per 30 Meter, so daß in 300 Metern unter dem Meeresgrunde 10 Grad, in 600 sich 20 Grad finden u. s. w. Von dem Augenblicke aber an, wo das Wasser durch feste Gesteinsschichten ersetzt ist, erfolgt die Wärmezunahme in anderer Weise. Läge das angefüllte Meeresbecken in einer Breite von 10 Graden mittlerer Bodentemperatur, so würden in 300 Metern Tiefe, wo früher auf dem Seegrunde Null Grade herrschten, sich jetzt 20 Grade finden, in 600 Metern Tiefe 30, statt früher 10 und so fort. Ein solches Verhältniß würde zwar in unseren jetzigen Zeiten nicht viel bedeuten; früher aber, wo die Zunahme je einen Grad auf den Meter betrug, waren die dadurch bedingten Zahlenunterschiede auch größer und ein 300 Meter tiefes Becken, das, mit Wasser ausgefüllt, vielleicht 0 auf dem Boden gezeigt hätte, würde nach der Ausfüllung an derselben Stelle 300 Grade haben nachweisen lassen und in geringer Tiefe eine dem feurigen Flusse nahe Temperatur bekommen haben.

§. 1187. Der normale Metamorphismus läßt sich demnach leicht erklären, einerseits aus der Veränderung der Leitungsverhältnisse, welche Meeresbecken bei ihrer Ausfüllung erleiden, andererseits aus der allmählichen Einsenkung und Tieferlegung der Meeresbecken, welche schon im ersten Bande nachgewiesen wurde. Wir finden deshalb die meisten älteren Gesteine in metamorphischem Zustande, und dies noch mehr aus dem Grunde, weil wir sie meist nur in der Nähe von Durchbrüchen im Umkreise eruptiver Massen sehen, wo dann noch der zufällige Metamorphismus ebenfalls in Berücksichtigung kommt. Es erklärt sich dies Vorkommen der älteren Gesteine in der Nähe von solchen Durchbrüchen leicht aus dem Verhältnisse derselben zu den jüngeren Ablagerungen, von welchen sie überdeckt werden, so daß sie eben nur da auf der Oberfläche zum Vorschein kommen, wo sie entweder durch die jüngeren Depôts durchgeschoben wurden oder aber schon früher über deren Niveau erhoben waren; — beides Fälle, in welchen eruptive Gewalten nothwendig müssen mitgewirkt haben.

§. 1188. Wenn demnach der normale Metamorphismus eine nothwendige logische Folge der Wärmeverhältnisse unseres Planeten ist, so beruht der zufällige Metamorphismus stets auf der Einwirkung einzelner, eruptiver Massen, welche sich über die Gränze des feuerflüssigen Erdkernes erhoben und, die Sedimentgesteine durchbrechend, einen Ausweg nach der Oberfläche gesucht haben. Welches auch die Kraft sein mag, welche diese Emporhebungen und Ausbrüche bedingte, so viel ist gewiß, daß sie existirten und den bedeutendsten Einfluß auf die umgebenden Gesteinsmassen ausübten. Indeß läßt sich auch hier nachweisen, daß mancherlei Umstände dazu beitragen konnten, diesen Einfluß auf das Bedeutendste zu modificiren und viele Variationen desselben zu bedingen.

Der zufällige Metamorphismus trifft sich ebenso, wie der normale, weit häufiger in den älteren Gesteinsschichten, als in den neueren. Es wurde im Vorhergehenden nachgewiesen, daß die Menge der eruptiven Gesteine, der Spalten und Durchbrüche um so mehr zunimmt und an Ausdehnung gewinnt, je ältere Gesteine man untersucht; — es erklärt sich dies Verhältniß leicht aus der stets zunehmenden Dicke der festen Erdrinde bei zunehmendem Alter des Planeten. Eine Kraftäußerung, welche jetzt spurlos vorübergehen würde unter der mehre tausend Meter dicken Kruste durchbrach diese in früheren Zeiten, als sie nur einige hundert Meter Dicke besaß.

§. 1189. Aus demselben Grunde geht auch der Umstand hervor, daß die Intensität der Metamorphosen um so größer sein mußte, in je größerer Tiefe dieselben vor sich gingen. Zu der größeren Hitze gesellte sich hier auch noch die längere Zeitdauer, indem in größerer Tiefe, überdeckt von schlecht leitenden Gesteinsmassen, die Abkühlung der eruptiven Massen weit lang-

samer vor sich gehen mußte, als an der Oberfläche, wo die Ausstrahlung bedeutender war. Es trat hier dasselbe Verhältniß wie bei den Hochöfen ein, wo ebenfalls die Veränderungen in der Nähe des Heerdes weit bedeutender sind, als an dem Schlote, der weit größerer Ausstrahlung unterworfen ist.

Die Masse der eruptiven Gesteine an sich mußte ebenfalls bedeutenden Einfluß üben. Je größer diese Massen waren, desto langsamer erfolgte ihre Abkühlung, desto größer war demnach ihre Einwirkung, und da zur Verflüssigung großer Anhäufungen weit bedeutendere Hitzegrade gehören, so mußte auch dies Verhältniß noch zur Steigerung der Intensität der Erscheinungen beitragen.

Indeß muß man bedenken, daß der Hitzegrad, welchen eine feuerflüs- §. 1190.
sige Masse mit sich bringt, bedeutendem Wechsel unterworfen sein kann. Aus den oben angeführten Thatsachen geht hervor, daß dasselbe eruptive Gestein bald nur in breiiger, halbfester Gestalt, bald wieder in dünnem Flusse hervorbrach, was natürlich einen bedeutenden Hitzeunterschied bedingt; die in feurigem Flusse befindliche Masse kann ebenso sehr verschiedene Hitzegrade annehmen und von dem Schmelzpunkte an sich noch zu Graden erhitzen, welche wir zu bestimmen außer Stande sind; der Druck, unter welchem diese Erscheinungen vor sich gehen, kann sehr verschieden sein je nach dem Grade der Zerklüftung der Gesteine, welche die Decke bilden, und dadurch können die Gase, welche durch die Spalten und Risse ihren Ausgang suchen, eine sehr verschiedene Temperatur besitzen; — kurz, es läßt sich eine Menge von Verhältnissen theils a priori aufstellen, theils aus den Thatsachen nachweisen, wodurch die Einwirkung der eruptiven Massen auf das Mannichfachste modificirt werden mußte.

Wenn man einen prüfenden Blick wirft auf die Vertheilung der §. 1191.
Punkte, auf welchen sich eruptive Gesteine an der Oberfläche zeigen, so wird man finden, daß dieselben stets von einem mehr oder minder bedeutenden Umkreise metamorphischer Gesteine umgeben sind, welche man gleichsam ihren Halbschatten oder ihren Hof nennen könnte. Innerhalb dieses Hofes finden sich die auffallendsten Ueberstürzungen und Durcheinanderwickelungen der Schichten; hier zeigen sich, je näher man dem eruptiven Kerne kommt, die krystallinischen Kalke, die Grauwacken-Glimmer und Talkschiefer, die Quarzite und Gneiße, welche in ihrer Fortsetzung die normalen und compacten Schichten der äußeren Bekleidungen des eruptiven Kernes darstellen. Innerhalb dieses metamorphischen Hofes finden sich ebenfalls fast immer Spuren alter und neuer vulcanischer Erscheinungen; die Mineralquellen springen meist nur in seiner Umzäunung; verloschene Vulcane zeigen sich an der Oberfläche; die Erdbeben lassen sich weit heftiger spüren, als auf dem übrigen platten Lande, selbst die neueren Vul-

cane stehen auf solchen vielfach durchbrochenen und zerrütteten Gegenden. Die Gränzen solcher metamorphischen Höfe haben meist mehr oder minder eine dem eruptiven Kerne entsprechende Form, welche um so bizarrer erscheint, je sonderbarer die Form des eruptiven Kernes selbst ausfällt. In diesen metamorphischen Höfen finden sich auch die meisten Erzgänge, deren wesentlichste Erscheinungen so sehr mit denselben verwebt sind, daß schon Werner alle diese metamorphischen Gebilde unter dem Namen der Ganggesteine begriff, damit anzeigend, daß in ihnen die wesentlichsten Reichthümer für den Bergmann gegeben seien. Die meisten Bergketten Europa's und der übrigen Welttheile liefern Beweise für diese durchaus richtige Ansicht der Sache; die Erzgänge und Minen finden sich nicht innerhalb des eruptiven Kernes selbst, sondern auf den Gränzen desselben und innerhalb des metamorphischen Hofes, der denselben umgiebt. Bei der Betrachtung der Erzgänge im Allgemeinen werden wir auf diese eigenthümliche Vertheilung derselben, sowie auf ihren Zusammenhang mit den übrigen Grundbedingungen des Metamorphismus zurückkommen.

§. 1192. Dieser selbst stellt sich somit als eine große, weitumfassende Erscheinung dar, welche, in der Mannichfaltigkeit ihrer Effecte wechselnd, auf dieselbe Grundursache sich zurückführen läßt. Die oben angeführten Thatsachen, die evidenten Beziehungen, welche zwischen den metamorphischen und eruptiven Gesteinen herrschen, können nicht geleugnet werden; der Widerspruch gegen den Metamorphismus im Allgemeinen hat sich auch nicht hierauf, sondern namentlich auf besondere Localerscheinungen gestützt und ist besonders von Seite der Chemiker in durchaus absprechender Weise geformt worden. Es läßt sich allerdings nicht leugnen, daß auf den ersten Blick die Umwandlung einer Kalkbank in Dolomit, ja in reinen Quarzit eine absolute chemische Unmöglichkeit in sich schließt, da der Kalk sich nicht in Kieselerde verwandeln kann. Es ist indeß hier zu bedenken, daß die Schwierigkeit mehr in dem Ausdrucke, als in der Sache selbst liegt und daß man durch das Wort Umwandlung mehr das definitive Resultat, als den Proceß selbst bezeichnen will, der in der That noch manches Räthsel in sich schließt. Daß Theilchen für Theilchen, Atom für Atom ersetzt wurde und allmählich so aus reiner Kalkerde Dolomit wurde, ist wohl anzunehmen; daß die Ersetzung der übrigen Elemente ebenso erfolgte, bei vollkommener Beibehaltung der Form, ist wahrscheinlich. Wir finden, daß organische Körper, Schalen von Mollusken und Echinodermen durchaus in Kieselerde umgewandelt wurden, bei aller Beibehaltung ihrer äußeren Form, so daß sich Geschlecht und Art vollkommen gut bestimmen lassen. Wenn man demnach an organischen Körpern, die ihre Schale nicht anders als mit Kalk aufbauen konnten, solche Umwandlungen nachweisen kann, warum will man sie an Gesteinsschichten unwahrscheinlich finden?

Zudem ist zu bemerken, daß zumeist die metamorphischen Umwandlungen Gesteine betreffen, deren Elemente theils löslich sind, theils ganz besondere Eigenschaften haben. So erleidet die Einführung von Alkalien in Gesteine, welche derselben ursprünglich entbehrten, keine Schwierigkeit; so sehen wir noch heut zu Tage Schwefel, Eisen und viele andere Stoffe von vulcanischen Dämpfen weggeführt und in Gesteinsschichten abgesetzt. Die merkwürdigen Eigenschaften der Kieselerde, der Wärme gegenüber, wonach sie, einmal geschmolzen, lange Zeit hindurch in einem Zustande großer Weichheit bleibt, sich in Faden ziehen läßt, die Leichtigkeit, womit dieselbe molecularen Anziehungen in diesem halbfesten Zustande gehorcht, mögen ebenfalls viel zu manchen Erscheinungen der Metamorphose beigetragen haben.

Es bietet diese ein Beispiel, daß die Beobachtung der Thatsachen, welche die Natur bietet, oft der Wissenschaft voraneilt. Man kannte die Erscheinungen des Gewitters, des Donners und Blitzes schon lange, ehe man sie zu erklären vermochte. Wäre dies ein Grund gewesen, ihre Existenz zu leugnen? So steht auch eine Menge von Thatsachen, welche auf den Metamorphismus hinweisen, fest und unerschütterlich, und es ist nicht Aufgabe der Zeit, dieselben a priori hinwegzuleugnen, sondern vielmehr durch Häufung der Beobachtungen und der darauf bezüglichen Versuche mehr und mehr zur Erklärung dieser Erscheinungen beizutragen und sie auf die einfache Grundursache zurückzuführen, welcher sie ohne Zweifel angehören.

9. Die Erzgänge.

Die Ausbeutung der Erze, die Art, dieselben zu gewinnen und zum Gebrauche zu bereiten, gehört einer anderen Wissenschaft an. In das Gebiet der Geologie fallen nur die allgemeinen Lagerverhältnisse der Erze und ihre Vertheilung in den verschiedenen Gebilden, die wir bisher betrachtet haben. Man kann im Allgemeinen die Lagerstätte der Erze in zwei große Klassen theilen; — in unregelmäßige Massen, die man auch Eruptions- oder Contactmassen nennen könnte, und in regelmäßige Massen oder Gänge. Die unregelmäßigen Massen finden sich in schmalen Zonen, an den Berührungsflächen verschiedenartiger Gesteine, wo sie verzweigte Adern, netzförmige Massen, Stöcke, Haufwerke oder unregelmäßig vertheilte Drusen bilden. Hinsichtlich ihrer Lagerung und Zusammensetzung sind die unregelmäßigen Massen in genauem Zusammenhange mit den einschließenden Gesteinen; die Mineralien, aus welchen sie zusammengesetzt sind, erscheinen meist in erdiger oder körniger Gestalt, selten nur in krystallinischer Form, und das ganze Verhalten dieser Lagerstätten weist darauf hin, daß sie durch die unmittelbare Einwirkung der berührenden Gesteine auf einander erzeugt worden sind. §. 1193.

§. 1194. Anders verhalten sich die eigentlichen Gänge, welche große Platten bilden, die meist von ebenen oder etwas gewellten Oberflächen begränzt werden. Lagerung und Zusammensetzung dieser Platten sind durchaus unabhängig von dem umgebenden Muttergesteine, selten nur sind sie mit den Schichten und Blättern desselben parallel, sondern durchschneiden dieselben meistens in mehr oder minder bedeutenden Winkeln, und nur in sehr steil aufgeschichteten Schichten finden sich zuweilen parallele Gänge. Die Zusammensetzung der Mineralien, von welchen diese regelmäßigen Lagerstätten gebildet sind, ist durchaus unabhängig von dem umgebenden Gesteine, meist dagegen in bestimmter Beziehung zu der Richtung des Ganges und zwar in der Art, daß in einer und derselben Gegend diejenigen Gänge, welche in gleicher Richtung verlaufen, auch analoge Zusammensetzung besitzen. Die Mineralien der Gänge sind meist sehr wohl krystallisirt und zeigen dadurch auf eine weit längere Zeitdauer ihrer Bildung hin.

§. 1195. Man bezeichnet die Gänge als Silber-, Kupfer- Bleigänge u. s. w., je nach den Metallen, auf deren Gewinnung man sie ausbeutet; man darf aber dabei nicht vergessen, daß die Erze in den meisten Fällen nur einen geringen Theil der Masse eines Ganges ausmachen, und daß je nach dem Werthe des ausgebeuteten Metalles die verhältnißmäßige Quantität in dem Gange sehr verschieden sein kann. Außerdem hängt noch die Möglichkeit der Ausbeutung von der Mineralmasse selbst ab, in welcher das Erz verbreitet ist. Ist diese erdig, leicht zerreiblich, oder mit leichter Mühe trennbar von dem wirklichen Erze, so kann die Ausbeutung eines Ganges gewinnbringend sein, während ein anderer Gang, in welchem die nämliche Quantität Erz in festem Gestein verbreitet wäre, verlassen werden müßte. Man bezeichnet die Mineralien, welche die Gänge ausfüllen und innerhalb welcher das eigentliche Erz eingestreut ist, mit dem Namen des Ganggesteines (Gangue) und abgesehen von den oben angeführten Verschiedenheiten, welche den Aggregationszustand des Ganggesteines bedingt, stellt man im Allgemeinen die Regel auf, daß ein Erzlager dann ausgebeutet werden kann, wenn es folgende Mengen von Erz enthält: Eisenerz $^1/_3$, Zink $^1/_{20}$, Blei $^1/_{30}$, Kupfer $^1/_{100}$, Silber $^1/_{1000}$, Gold $^1/_{10000}$.

§. 1196. Die Ganggesteine sind meistens erdige oder krystallinische Massen, zuweilen selbst wieder metallische Substanzen, und sie lassen sich in den meisten Fällen durch ein ganz eigenthümliches Verhalten erkennen. Sie sind es, welche die Hauptmasse der Gesteine eines Ganges bilden, und das Ganggestein ist es, welches den Bergmann in seinen Nachforschungen leitet. Folgende Mineralien finden sich am häufigsten als Ganggesteine. Vor allen der Quarz in allen nur möglichen Formen und Gestalten, meistens in kleinen, weißlichen Krystallen, oft auch durchscheinend, splitterig, als Ame-

thyst, Jaspis oder Bergkrystall; — ferner alle Arten sogenannter Spathe, Kalkspath, Eisenspath, Spatheisenstein, Flußspath, Schwerspath; mehrere Eisenoxyde in erdiger oder krystallinischer Form; thonige Massen oder auch Chlorite, Talke, Amphibol= und Hornblendegesteine, letztere jedoch nur seltener und an beschränkten Orten. Sehr oft wird das Ganggestein auch von Bruchstücken der Felsarten, in welchen der Gang bricht, gebildet, und es ist schon öfter vorgekommen, daß die Bergleute in dem ersten Momente solche aus Trümmern zusammengesetzte Ganggesteine für alte, verlassene Gänge hielten, die man schon ausgebeutet und nachher verschüttet hatte. Das Erz selbst findet sich meist in dem Ganggesteine in einzelnen wohlcharakterisirten Mineralspecies vertheilt, zuweilen aber auch unsichtbar in der Masse selbst eingeschlossen. Seine Menge im Verhältniß zu dem Ganggesteine wechselt oft in sehr bedeutenden Gränzen innerhalb desselben Ganges; — der Gang wird reich oder arm, und zuweilen selbst verschwindet das Erz stellenweise gänzlich, um in einiger Entfernung wieder auf's Neue aufzutauchen.

Die Bergleute unterscheiden an einem Gange seine Richtung oder die Linie, welche er auf einer horizontalen Fläche bilden würde, die Neigung oder den Winkel, unter welchem er eine senkrecht gestellte Fläche schneiden würde. Die Richtung oder das Streichen des Ganges in der Bergmannssprache wird in Deutschland mit der bergmännischen Bussole bestimmt, die nach dem magnetischen Pole orientirt und in Stunden abgetheilt ist. Der magnetische Nordpol wird mit 12 Uhr bezeichnet, und von ihm aus von links nach rechts die Hälfte des Kreises bis zu dem magnetischen Südpol in 12 Stunden getheilt, in derselben Richtung fortfahrend theilt man auch die zweite Hälfte der Bussole in 12 Stunden. Bei dieser Eintheilung zeigt ein Durchmesser des Kreises, wie man ihn auch legen möge, stets mit seinen beiden Enden auf dieselbe Stunde, und es bedarf deshalb nur der Angabe dieser Zahl, um das Streichen der Gänge genau zu kennen. Freilich ist es dann nöthig, um die Angaben nach der Bergmanns-Bussole auf gewöhnliche Karten eintragen zu können, daß man die Abweichung der Magnetnadel an der bezeichneten Localität kenne, da diese wie bekannt an verschiedenen Orten sehr verschieden ist. §. 1197.

Das Fallen der Gänge bestimmt man einfach durch den Winkel, welchen der Gang mit einer senkrechten Linie bildet, und indem man die Himmelsgegend angiebt, in welcher der Gang von der senkrechten Linie abweicht, liefert man bei bekanntem Streichen desselben alle nothwendigen Elemente zu seiner geometrischen Construction. Selten nur sind die Gänge vollkommen senkrecht oder saiger, wie die Bergleute sich ausdrücken; noch viel seltener aber horizontal oder söhlich; — meistens bilden sie einen Winkel von 60—80 Graden mit dem Horizonte. Bei dieser schiefen Stellung kann man deshalb an ihnen eine obere und eine untere Wand §. 1198.

unterscheiden; erstere wird von den Bergleuten mit dem Namen des **Hangenden** (toit), letztere mit demjenigen des **Liegenden** (mur) bezeichnet, und die Berührungsflächen der Gänge mit dem einschließenden Muttergesteine, die meistens eine besondere Structur zeigen, tragen den Namen der **Saalbänder**. Die meisten Gänge erscheinen an der Oberfläche der Gebirgsmassen, oder gehen zu Tage in oft sehr leicht erkenntlichen Linien; da ihre Zusammensetzung meistens so sehr verschieden ist von dem einschließenden Muttergesteine, so unterscheiden sie sich auch meist in Folge ihrer abweichenden Verwitterung, und bilden so bald vorragende Mauern, bald vertiefte Gräben, je nachdem sie leichter oder schwerer verwittern, als die umgebende Felsart.

§. 1199. Die Mächtigkeit der Gänge beträgt meistens einen halben bis zwei Meter, doch kennt man auch außerordentliche Massen, wie z. B. in Chemnitz und in Guanaxato bei Mexico, welche bis zu 30 und 40 Metern Mächtigkeit anschwellen. Meistens indeß bilden diese mächtigen Gänge keine einzige zusammenhängende Masse, sondern sind aus vielen kleineren Gängen zusammengesetzt, welche parallel mit einander laufen, hier und da sich zusammen verbinden, und innerhalb welcher die Zwischenmasse so gering ist, daß sie bei der Ausbeute mit entfernt werden muß. Die Ausdehnung der Gänge in die Weite und Tiefe ist noch nicht gehörig ermittelt; man kennt viele Gänge von mehr als 600 Metern Länge und hat welche bis auf 800 Meter Tiefe verfolgt, ohne bedeutende Abweichungen in ihrem Verhalten wahrgenommen zu haben. Ja, im Allgemeinen kann man behaupten, daß es bis jetzt unmöglich war, in den meisten Fällen bei den Erzgängen eine untere Gränze zu erreichen, indem sie in unergründliche Tiefe sich fortzusetzen scheinen.

§. 1200. Die Anordnung der Mineralien im Inneren eines Ganges bietet sehr wesentliche Eigenthümlichkeiten dar. Es wurde schon bemerkt, daß dieselben in regelmäßigen Gängen meist wohlcharakterisirt erscheinen und dadurch auf eine längere Zeit des Absatzes hindeuten. Meist finden sich die Mineralien in parallelen Zonen oder dünnen Schichten innerhalb des Ganges, welche symmetrisch längs der Saalbäder sich hinziehen, und sowohl durch verschiedene Färbung und Krystallisirung, als auch sehr oft durch verschiedenartige Zusammensetzung sich unterscheiden. Die verschiedenartigen Zonen entsprechen sich von den Saalbändern nach innen hin durchaus in derselben Weise. Sie folgen den Unregelmäßigkeiten der Gangwände sehr genau, und lassen öfters in der Mitte einen leeren Spaltenraum, der hier und da sich erweitert und Krystalldrusen und Höhlungen bildet. Sehr häufig finden sich bei größeren im Inneren der Gänge eingeschlossenen Massen und Trümmern, die Zonen und Bänder auch um diese herum ganz so symmetrisch abgelagert, wie längs der Saalbänder, und nicht minder häufig sieht man die Krystalle der äußeren den Saal-

Fig. 427.

Idealer Längendurchschnitt eines Ganges mit symmetrischen Bänderzonen.

bändern zugewandten Schichten so in die Masse der nächstfolgenden Schichten eingreifen, daß die Gränzen beider wie Zähne einer Säge gezackt erscheinen. Der beigefügte ideale Durchschnitt eines Ganges (Fig. 427) soll diese Verhältnisse näher anschaulich machen. Die mit gleichen Ziffern bezeichneten Zonen 1, 2, 3, 4 und 5 entsprechen sich hier symmetrisch und lassen in der Mitte bei *a* und *b* Krystalldrusen zurück, die einen inneren leeren Raum in sich fassen. Man hat in einzelnen Gängen bis zu 14 symmetrischen Bänderzonen auf jeder Seite gezählt, die alle durch verschiedene Farbe, Structur oder Zusammensetzung sich leicht erkennen ließen.

Die Entstehung dieser Bänderzonen §. 1201.
läßt sich nur dadurch erklären, daß man die Gänge als Spalten ansieht, welche anfangs als Risse der Gebirgsmassen sich bildeten und später auf mancherlei Weise durch mineralische Absätze ausgefüllt wurden. Diese Ansicht wurde zuerst von Werner in ihrer ganzen Bestimmtheit und Schärfe ausgesprochen, und wenn auch die Untersuchungen der neueren Zeit die Ansichten dieses großen Mannes über die Art, wie die Ausfüllung der Spalten geschah, wesentlich modificiren mußten, so bleiben doch die Beweise, welche Werner für die Spaltennatur der Gänge und ihre nachherige Ausfüllung vorbrachte, noch jetzt vollkommen gültig, so daß wir derselben in der Kürze gedenken wollen. Werner glaubte, daß alle geschichteten Gebirgsarten in derselben Lagerung, welche sie noch jetzt besitzen, sich aus dem Wasser niedergeschlagen hätten. Diese Niederschläge mußten sich nach ihm beim Trocknen zusammenziehen und Spalten werfen, und alle Gebirgsarten zeigen seiner Behauptung zufolge solche Spalten in ihren Massen. Noch jetzt bilden sich dieselben unter unseren Augen in feuchten Jahren durch Erdschlüpfe, oder durch Erdbeben, und wenn man von der Ausfüllung der Gänge absieht oder einen ausgehauenen Gang betrachtet, so muß die Aehnlichkeit desselben mit solchen Spalten und Klüften, wie man sie in den Gebirgen findet, sogleich in die Augen fallen; auch findet man in der That sehr häufig, daß leere Klüfte in einer bestimmten Strecke ihres Verlaufes nach und nach sich ausfüllen und so unmerklich in Gänge übergehen. In vielen Gängen

finden sich in der Mitte Krystalldrusen, welche offenbar weiter nichts sind, als die Reste der noch unerfüllten Höhlungen. In manchen anderen Gängen hat man unzweifelhafte Gerölle gefunden, welche nur von außen hineingekommen sein konnten; in anderen Fragmente des Ganggesteines, Trümmern, ja sogar Versteinerungen, welche offenbar nur in Höhlungen abgesetzt werden konnten. Eine andere Reihe von Beweisen für die Spaltennatur der Gänge zieht Werner aus dem Verhalten der Gänge zu einander und zu dem Muttergesteine. Die Gänge kreuzen und verwerfen einander, was sich nur erklären läßt durch die Einwirkung einer neu entstehenden Spalte auf eine alte, die schon erfüllt war. Ebenso bilden die Gänge Verwerfungen in den Schichten und Blättern des sie einschließenden Gesteines, und verhalten sich hierin ganz so wie nicht ausgefüllte Verwerfungsspalten, die man an vielen anderen Orten beobachtet. Endlich findet Werner einen letzten Grund der Ausfüllung präexistirender Spalten in der bänderartigen Anordnung der ausfüllenden Massen, deren wir oben gedachten.

§. 1202. Es bedarf in unserer Zeit keiner Vervollständigung dieser Beobachtungen mehr, um zu zeigen, daß in der That Werner vollkommen Recht hatte, als er die Gänge für ausgefüllte Spalten erklärte. Seine Beweise waren so überzeugend, daß sie allgemein angenommen werden mußten, und es genügt hier noch auf einige Erscheinungen aufmerksam zu machen, welche aus dieser Spaltennatur der Gänge hervorgehen. Die Wände der Gänge zeigen meist sehr auffallende Spuren von Reibung, geglättete Spiegelflächen mit Strichen, Ritzen und Streifen, die meistens in der Richtung des größten Falles verlaufen. Diese Gangspiegel, wie die Bergleute sie nennen, sind eine sehr gewöhnliche Erscheinung und sind oft so bedeutend zusammengedrückt, daß sie beim Aushauen gefährliche Explosionen verursachen. Sie sind offenbar das Product der Reibung der Gangwände, welche bei der Entstehung der Spalten über andere wegglitten und bedeutenden Druck auf einander ausübten. Dieses Uebereinandergleiten der Lippe einer Spalte, welche sich bildet, läßt sich am besten aus der daraus resultirenden Verwerfung bestimmen. Sehr häufig beruhen die abwechselnden Erweiterungen und Verengerungen der Gänge nur darauf, daß die Spalte einen mehr zickzackförmigen oder gewellten Verlauf hatte, und daß die Ränder derselben so verschoben wurden, daß die vorspringenden und einspringenden Ecken statt einander zu entsprechen wie in Fig 428, sich verschoben und dadurch aus der regelmäßig gewellten Gestalt der Spalte, Fig. 428, die unregelmäßig knotige Form des Ganges, Fig. 429, entstand. Sehr häufig entstehen auf diese Weise in geschichteten Gebirgsmassen treppenartig abgesetzte Gänge, indem Schichten, wie Fig. 430 zeigt, an verschiedenen Orten gesprungen sind, und die einzelnen

Sprünge durch Querlager, welche zwischen die Schichten eingedrungen sind, sich mit einander verbinden. Man hat Fälle beobachtet, wo die

Fig. 428.

Fig. 429.

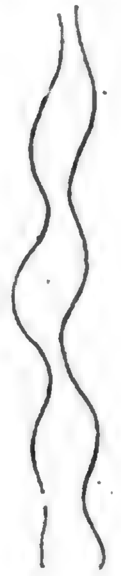
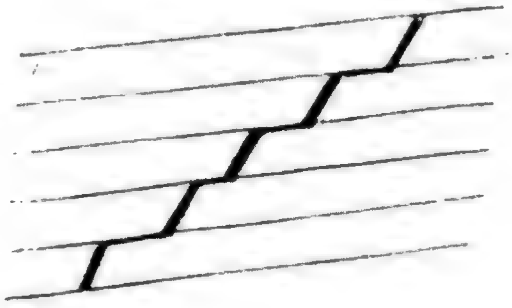


Fig. 430.



Treppenförmiger Gang in geschichtetem Gestein.

Verwerfungen, seien sie nun durch ausgefüllte Spalten oder durch leere Gänge bedingt, ganz ungemeine bedeutende Verschiebungen anzeigten, so daß manchmal ganz verschiedene Gebirgsformationen dadurch mit einander in Contact kommen. So kennt man in der Nähe von Richelsdorf in Hessen eine Spalte, welche eine Verwerfung von mehr als 48 Metern in senkrechter Richtung bedingt, und an der Ruhr soll sogar eine Verwerfungsspalte existiren, welche einen Höhenunterschied von 1500 Fuß zwischen beiden Lippen der Spalte bedingt hat.

Die Spaltung der Gebirgsmassen im Allgemeinen beruht auf mehr- §. 1203.
fachen Ursächen, deren hier kurz zu erwähnen der Ort sein möchte. Außer den Spaltflächen, welche in der eigenthümlichen Zusammensetzung der Gesteine beruhen, wie z. B. die Zersplitterung der Schiefer in Plättchen nach einer bestimmten Richtung, die Schichtung der Gebirgsmassen in Folge ihres Absatzes, ist noch die feste Erdrinde durch eine Menge von Spalten durchkreuzt und zwar in solcher Häufigkeit, daß vielleicht auf der ganzen Erde kein unzerspaltener Felsblock gefunden werden dürfte, aus welchem man einen compacten Würfel von 3 Metern Seitenfläche hauen könnte. Es giebt freilich, wenn auch nur sehr beschränkte Localitäten, wo man Oblisken von bedeutender Länge gewinnen kann, allein an diesen Orten ist das Gestein in gewaltige Blätter durch parallele Spalten zerlegt, und es läßt sich wohl eine schmale Säule von bedeutender Länge, nicht aber ein würfeliger Block gewinnen. Die Erdrinde ist mithin im Ganzen ungemein zerklüftet und zerspalten, und es fragt sich nur, welche Ursachen eine solche Zerstückelung bedingt haben möge.

Die Schichten, welche die Erdrinde zusammensetzen, sind großentheils §. 1204.

ungemein starre Gebilde, welche keiner Dehnung fähig sind, und da die starre Erdrinde in ihrer Gesammtheit nur einen äußerst kleinen Theil des Ganzen ausmacht und der flüssige Erdkern dieselbe mehr als hundertmal an Masse überwiegt, so ergiebt sich hieraus schon auf die ungezwungenste Weise, daß die geringste Fluctuation dieser inneren flüssigen Masse eine Dehnung und Zerreißung der überliegenden Kruste an bestimmten Stellen verursachen muß. Wir sehen deshalb eine jede Veränderung der ursprünglichen Schichtenlage, sei sie nun durch Hebung von innen heraus, oder durch Senkung, die gleichsam nothwendig vergesellschaftet sein muß, entstanden, mit gewaltigen Spaltungen verknüpft, welche in genauem Verhältnisse zu der einwirkenden Kraft stehen. Man hat versucht, die Gesetze dieser Spaltung mathematisch zu bestimmen, konnte dabei aber nur auf sehr allgemeine Resultate kommen, da sowohl die eigenthümliche Natur der Gesteine, wie die besondere Einwirkungsart der spaltenden Kraft, und namentlich auch die schon vorhandenen Spaltungen des Bodens auf die Richtung der neu entstehenden Spalten den wesentlichsten Einfluß haben, und dadurch das mathematisch a priori aufgestellte Gesetz modificiren müssen. Im Allgemeinen ist aus diesen mathematischen Untersuchungen hervorgegangen, daß die Entstehung paralleler Spalten die nothwendige Folge einer Dehnung der Erdrinde sein müsse, und daß diese Hauptspalten mit einem System secundärer Klüfte in Verbindung stehen müssen, welche die ersteren in rechtem Winkel schneiden. Dies Gesetz bestätigt sich denn auch in den meisten Gegenden und namentlich da, wo man den Spalten und Verwerfungen eine größere Aufmerksamkeit geschenkt hat, d. h. in den Ländern, wo Bergbau getrieben wird, hat man sich überzeugen können, daß fast immer mehrfache Systeme von Spalten existiren, welche einander im rechten Winkel schneiden und somit ihre wechselseitige Beziehung darthun.

§. 1205. Die Gänge sind ausgefüllte Spalten, in welchen besondere Mineralsubstanzen sich abgelagert haben. Wir haben oben die allgemeinen Erscheinungen, unter welchen sich diese Ausfüllungen darstellen, kennen gelernt; es fragt sich nun, auf welche Weise diese Ausfüllungen sich gebildet haben. Werner glaubte, daß diese Ausfüllung durch Niederschlag aus Auflösungen entstanden sei, und aus den seltenen Beispielen, wo in der That Geröllе und andere Materien von außen in Gänge eingedrungen waren, schloß er auf die Allgemeinheit dieser Erscheinung. Es bedarf diese Meinung keiner besonderen Widerlegung, wie denn überhaupt eine jede Annahme, welche nur eine einzige Ausfüllungsweise einer Spalte annimmt, schon deshalb zurückgewiesen werden muß, weil die in den Gängen auftretenden Erscheinungen einen großen Wechsel mannichfacher Einwirkungen erkennen lassen, welche sogar in einem und demselben Gange

zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben. Um die Art und Weise der Ausfüllung, welche bei den Erzgängen statt hatte, genauer zu erforschen, muß man deshalb mehre einzelne Momente in das Auge fassen.

Die Länge der Zeit, binnen welcher die allmähliche Ausfüllung der §. 1206.
Gänge vor sich ging, verdient hier eine ganz besondere Berücksichtigung. Je mehr man bei dem heutigen Stande der physikalischen und chemischen Wissenschaften den kleinsten Molecular-Einwirkungen der Körper nachforscht, desto mehr erkennt man, daß diese Molecular-Actionen nach Verlauf langer Zeiträume Einwirkungen der bedeutendsten Art hinterlassen können, ohne daß man im Stande gewesen wäre, während des Processes selbst denselben genauer zu verfolgen. Es giebt keine noch so feuerbeständige Substanz, welche nicht in äußerst fein zertheiltem Zustande von Dämpfen und Luftströmen mit fortgerissen würde; obgleich das Gold und Silber nicht flüchtig sind, so kennen doch die Gold- und Silberschmiede die sogenannten Metalldiebe oder Substanzen, welche bei ihrer Verflüchtigung die edlen Metalle mit sich fortreißen und dadurch einen Verlust bedingen; die Bewohner der Meeresufer wissen sehr wohl, daß die Luft bis auf eine gewisse Entfernung hin mit Meersalz und anderen festen im Meerwasser aufgelösten Stoffen geschwängert ist, und man kann wohl als allgemeines Gesetz aufstellen, daß jeder Körper die Fähigkeit besitzt, von Gasströmen mitgerissen und an geeigneten Orten wieder abgesetzt zu werden.

Wenn indeß auf der einen Seite die Wegführung der mineralischen §. 1207.
Substanzen zwar als ein allgemein verbreitetes Phänomen betrachtet werden kann, das freilich nur erst nach langer Zeit seine Resultate zu erkennen giebt, so darf man andererseits nicht unberücksichtigt lassen, daß bei dem Absatze ebenfalls besondere Verhältnisse einwirken können, welche bewirken, daß an einem Orte mehr, an einem anderen weniger abgesetzt wird, und daß die geringfügigsten Ursachen bei langer, anhaltender Wirkung sehr in die Augen fallende Resultate in dieser Beziehung hervorbringen können. Ein aus der alltäglichen Beobachtung genommenes Beispiel kann einen Beleg hierzu abgeben: Man betrachte die Decke eines Zimmers, welche sich geschwärzt hat und eines neuen Anstriches bedarf; man wird in der Regel finden, daß die außerordentlich geringe Schicht von Ruß, welche die Decke schwärzte, nicht gleichmäßig auf derselben vertheilt ist, sondern daß die Balken, welche die Decke bilden, sich auf derselben dadurch abzeichnen, daß ihnen entsprechend weniger Ruß abgelagert wurde, so daß trotz der vollkommenen Gleichheit des Gypsüberzuges das Zimmerwerk der Decke sich auf derselben abbildet. Mag nun diese Erscheinung, die Jeder leicht beobachten kann, auf dem verschiedenen hygroskopischen Verhalten der Gypsdecke, je nachdem diese sich den Balken oder den

Zwischenräumen gegenüber befindet oder auf der verschiedenen Wärmeleitung durch das überliegende Holz und den Lehm oder endlich auf der durch ungleiches Trocknen bedingten Verschiedenheit der Oberfläche dieser Gypsdecke dem Holze gegenüber beruhen; jedenfalls weist sie darauf hin, daß man bei solchen Wirkungen auch den geringsten Verhältnissen Rechenschaft tragen müsse.

§. 1208. Vergleicht man die in den Vulcanen noch jetzt stattfindenden Erscheinungen mit denjenigen, welche in den Gängen den Absatz der mineralischen Substanzen bewirkt haben müssen, so zeigt sich eine mannichfaltige Analogie. Wir sehen in den heutigen Vulcanen die Ausfüllungen von Spalträumen auf mehrfache Weise entstehen, und man kann folgende dabei thätige Processe unterscheiden. Erstens Einspritzung flüssiger geschmolzener Massen, welche in den Spalten erkalten, wie dies der Fall ist bei allen seitlichen Lavaausbrüchen, welche einen neuen Weg durch die Masse des Berges bahnen; zweitens trockne Sublimation mehr oder minder flüchtiger Substanzen, einfach durch die Hitze bedingt; drittens Sublimation mit Hülfe der sich entbindenden Wasserdämpfe, welche auf längerem Wege die mitgerissenen fein zertheilten Massen allmählich fallen lassen. In den beiden angeführten Fällen von Sublimation lagern sich die Substanzen allmählich an entsprechenden Orten ab. Viele indeß erreichen die Oberfläche und werden hier durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft auf die Dämpfe niedergeschlagen, wie wir denn gesehen haben, daß in der That die meisten Ablagerungen mineralischer Substanzen in den jetzigen Vulcanen nahe an der Oberfläche stattfinden. Manche von diesen Substanzen können wieder an der Oberfläche durch wässerige Einflüsse aufgelöst und in anderer Form und an anderen Orten abgelagert werden.

§. 1209. Alle diese verschiedenen Wirkungen können in einer und derselben Spalte verwirklicht werden. Man nehme für einen Augenblick an, daß sich in dem Aetna eine Spalte werfe, welche die Basis desselben bis unter das Meer zerklüfte, und analysire in Gedanken die Erscheinungen, welche sich in den verschiedenen Theilen einer solchen Spalte vorfinden müssen. Der Grund der Spalte wird mit geschmolzenen Lavamassen ausgefüllt sein, weiter nach oben hin werden sich sublimirte Mineralien im Inneren der Kluft finden, und die Ablagerungen, welche an der Oberfläche geschehen, werden modificirt sein, je nachdem sie an freier Luft oder unter dem Wasser vor sich gegangen sind. Aehnliche Verhältnisse haben offenbar bei den Gängen stattgefunden, zumal da die Zeit ihrer Ausfüllung nothwendig äußerst lange dauern mußte, und es konnte somit eine Reihenfolge verschiedener Phänomene stattfinden, als deren endliches Resultat die Ausfüllung des Ganges hervortritt.

§. 1210. Die metallischen Substanzen, welche sich im Inneren der Gänge finden,

zeigen sich meist in der Nähe der Oberfläche in weit oxydirterem Zustande, als in der Tiefe. Die deutschen Bergleute haben dies mit dem Namen des Eisenhutes belegt, und es darf aus dieser Erscheinung wohl geschlossen werden, daß die Metalle im Inneren der Erde in rein metallischem Zustande vorhanden sind und von dort aus nach der Oberfläche hin gelangten. Eine Stütze für diese Ansicht findet man in dem Umstande, daß die meisten Metalle, namentlich Platina, Gold, Silber und Kupfer sich in unvererztem Zustande in eruptiven Gesteinen gefunden haben und somit durch die Ausbrüche der Massen selbst zu Tage gebracht wurden. Das Platin, welches man meist nur im aufgeschwemmten Sande ausbeutet, hat sich in der Nähe solcher Lagerstätten in anstehenden Trappen und Serpentinen gefunden. Das Gold, welches in dem Sande vieler Flüsse vorkommt, wird von diesen ohne Zweifel aus den primitiven Gesteinen ausgewaschen, innerhalb welcher diese Quellen ihren Ursprung nehmen, und gediegenes Kupfer hat man in Adern und Knötchen in Trappgängen an den Ufern des oberen See's in Nordamerika gefunden. In den meisten anderen Erzlagern befinden sich die Metalle in ganz besonderer Verbindung, auf welche näher einzugehen die Mineralogie und praktische Bergbaukunde angewiesen sind; stets aber gilt als Regel, daß die wesentlichsten Erzlager sich in jener Zone metamorphischer Gesteine befinden, welche die eruptiven Formen umgiebt und mit diesen in nächster Verbindung steht. Die reichen Lager des Erzgebirges, des Harzes, der Rheingegenden, die Minen-Bezirke von England, Ungarn, Toscana und Südamerika können sämmtlich als Beispiele für diese Ansicht gelten und somit den Erzgängen ihren Platz anweisen innerhalb derjenigen Erscheinungen, welche mit den eruptiven und metamorphischen Phänomenen auf das Engste verknüpft sind.

Viertes Kapitel.

Geschichte der Erde.

§. 1211. Die Wechselwirkung der Astronomie mit der Geologie tritt besonders dann hervor, wenn wir, auf die beobachteten Erscheinungen fußend, uns eine Ansicht von dem Urzustande der Erde zu verschaffen suchen. Hierin bedarf es vor allen Dingen der geschickten Combination solcher Beobachtungen, welche eine allmähliche Entwickelung der Himmelskörper darthun können. Es ist bekannt, daß nicht allein unser Sonnensystem aus Körpern verschiedener Art zusammengesetzt ist, sondern daß auch außerhalb unseres Planetensystemes Himmelskörper sehr verschiedener Natur sich finden, welche wahrscheinlicher Weise in verschiedenen Entwickelungsperioden befindlich sind und in ihrer Gesammtheit aufgefaßt, uns ein Bild der individuellen Entwickelung eines solchen Himmelskörpers, wie die Erde ist, bieten können.

§. 1212. Nach der Theorie von Laplace, welche seither von Herschel mehr ausgebildet wurde, bestand unser Sonnensystem anfangs aus einer chaotischen Nebelmasse, deren Erstreckung so weit und noch weiter ging, als in der jetzigen Zeit unser Sonnensystem überhaupt sich ausdehnt, mithin über die Bahn des letzten, von Leverrier entdeckten Planeten des Neptun hinaus, welcher am weitesten von der Sonne ab seine Bahn beschreibt. Da die Planeten alle in einerlei Richtung und fast in derselben Ebene sich bewegen, die Trabanten in derselben Richtung und fast in gleicher Ebene dieselben umkreisen, und da endlich der Centralpunkt unseres Systemes, die Sonne selbst, mit den übrigen um sie kreisenden Körpern dieselbe Richtung in ihrer Axendrehung von Ost nach West zeigt, so kann daraus geschlossen werden, daß alle diese Bewegungen die Wirkung einer einzigen regelmäßigen Ursache sind, welche auf den unermeßlichen Urnebel unseres Sonnensystemes einwirkte, diesem eine drehende Bewegung ertheilte und später die Zusammenballung der einzelnen Himmelskörper desselben bewirkte. In diesem ungeheuren Nebelflecke schied sich zuerst der centrale Kern, die Sonne, aus, die noch jetzt im Verhältniß zu den Planeten eine fast achthundertmal größere Masse besitzt. Das Sonnensystem bestand sonach aus einem wahren Nebelsterne, welcher von einer dunstförmigen Masse, einer Lichthülle, umgeben war. Es bedurfte nothwendig einer ungeheuren Hitze, durch welche diese Lichthülle

in dem gasförmigen Zustande erhalten wurde. Die allmähliche Abkühlung, welche von außen nach innen fortschritt, brachte eine Verdichtung der gasförmigen Masse hervor, und erzeugte somit concentrische Schichten, welche durch die Attractionskraft des Mittelpunktes in ringförmige Massen umgewandelt wurden. Durch die ungleiche Bewegung dieser Ringe, sowie durch ihre ungleiche Abkühlung an verschiedenen Punkten mußten dieselben zerspringen und in Folge der rotirenden Bewegung die Stücke sich in Kugelform zusammenballen. Diese rotirenden zusammengeballten Stücke sind eben die Planeten, und bei diesen wiederholte sich im Kleinen derselbe Proceß, welcher bei der Bildung des Sonnensystemes im Großen gewirkt hatte. Die meisten Planeten umgaben sich mit Ringen, welche theils unverändert blieben, theils auch wieder in Stücke zersprangen und so die verschiedenen Monde bildeten.

Es geht aus dieser kurzen Darstellung der Theorie von Laplace zur §. 1213.
Genüge hervor, daß die Abkühlung der Nebelmasse eine Hauptrolle in der Condensation der verschiedenen Himmelskörper und somit auch unserer Erde spielte. In gleicher Weise, wie uns die astronomischen Untersuchungen auf einen ursprünglichen bedeutenden Hitzgrad der Materie hinführen, welcher deren Gasgestalt bedingte, so haben uns auch die geologischen Untersuchungen, welche im ersten Kapitel angeführt wurden, bewiesen, daß die Erde früher in einem feuerflüssigen Zustande gewesen sein müsse, und die feste Rinde derselben durch allmähliche Abkühlung entstanden sei. Wir kennen außerhalb unseres Sonnensystemes unbegränzte Nebelflecke, ferner Nebelhaufen mit isolirten centralen Kernen; andere, innerhalb welcher sich außer dem Kerne Ringbildungen und selbst zerspaltene Ringe zeigen, so daß also in dem Weltenraume selbst noch alle jene verschiedenen Entwickelungsstufen sich darstellen, welche von unserem Sonnensysteme bereits durchlaufen sind. Die Astronomie ergänzt somit die Ergebnisse der Geologie. Sie führt die Erde über den feuerflüssigen Zustand, welcher von der Geologie nachgewiesen wurde, hinaus zu einem nebligen Uranfange, in welcher die festen Materien sich in dem Zustande der höchsten Ausdehnung befanden. Der Halbmesser des Sonnensystemes beträgt mehr als 4 Billionen Meilen. Wenn man sämmtliche feste Stoffe, aus welchen die Körper derselben zusammengesetzt sind, auf einen kugelförmigen Raum vertheilt, dessen Halbmesser 4 Billionen Meilen beträgt, so würde auf eine Cubikmeile nicht mehr als 13 Milliontheile eines Grans kommen. Es bedurfte mithin einer ungeheuren Hitze, um die verschiedenen festen Stoffe in einem solchen Zustande der gasförmigen Ausdehnung zu erhalten.

In welcher Weise die allmähliche Verdichtung der Erdmasse vor sich §. 1214.
ging, aus welchen Substanzen der innere noch jetzt feuerflüssige Kern zusammengesetzt sei, darüber können uns weder astronomische, noch geologi-

sche Untersuchungen genügende Auskunft ertheilen. Wir haben in dem ersten Abschnitte dieses Bandes gesehen, daß zu verschiedenen Zeiten feuerflüssige ungleichartige Masien aus den Tiefen der Erde hervorbrachen und sich auf der Oberfläche derselben verbreiteten. Allein diese Erscheinungen, so bedeutend sie auch sein mögen, lassen bis jetzt noch keinen Schluß auf die Zusammensetzung des inneren Erdkernes selbst zu, und es entgeht uns somit jeder Haltpunkt zur näheren Bestimmung der Vorgänge, welche sich während der Periode des feuerflüssigen Zustandes der Erde ereigneten.

§. 1215. Die bestimmtere Aufgabe des Geologen zur Ermittelung der Erdgeschichte beginnt erst von dem Augenblicke an, wo durch die Ablagerung verschiedenartiger Schichten auf der Erdoberfläche eine feste Rinde sich bildet und bestimmte Epochen sich abzeichnen, die gleichsam als Haltpunkte dienen können, um welche herum die einzelnen Thatsachen sich gruppiren lassen. Es herrscht hier etwa ein ähnliches Verhältniß, wie in der Geschichte des Menschengeschlechtes; erst von dem Zeitpunkte an, wo durch urkundliche Nachweisungen der Chronologie ein festerer Haltpunkt gegeben werden kann, beginnt die eigentliche Geschichte; — vorher verlieet sich Alles in dem Dunkel der Mythe. Die Urkunden der Geologie sind die geschichteten Gesteine in ihrer Aufeinanderlagerung; die großen Ereignisse werden durch die Lagerveränderungen der Schichten und die Umwälzungen dargestellt, welche die verschiedenen Schöpfungen auf der Erde erlitten. Die mythische Zeit der Erdgeschichte ist diejenige, wo jene Urkunden noch fehlten, in welchen alle Ergebnisse mit unauslöschlichen Zügen eingegraben sind.

§. 1216. Es fragt sich zuerst, ob wir auch wirklich Miteel besitzen, um thatsächlich nachzuweisen, in welcher Art und in welcher Folge die einzelnen Ereignisse sich gestaltet haben mögen, aus denen die geologische Entwicklung der Erde sich zusammengesetzt hat. Eine exacte, auf Thatsachen beruhende Wissenschaft, wie die Geologie sie sein soll, kann sich nicht mit geistreichen Phantasien begnügen, sondern muß ihre Schlüsse auf die Beobachtung stützen; — sie muß lieber ihre Unwissenheit bekennen, als die Armuth der Thatsachen durch ungegründete Annahmen ersetzen. Es lassen sich indessen jetzt schon Anhaltspunkte genug finden, aus welchen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit Schlüsse auf die verschiedenen Geschichtsperioden der Erde gezogen werden können.

§. 1217. Die Lagerung der Schichten an sich bietet hier vor allen Dingen den wichtigsten Anhaltspunkt. Es wurde schon früher §. 279 — 281 Seite 159 und 160 des ersten Bandes) nachgewiesen, daß alle Schichten ohne Ausnahme ursprünglich horizontal abgelagert worden seien, und daß demnach eine jede Aenderung dieser ursprünglichen Horizontalität durch spätere Einflüsse bedingt sein müsse. Eine solche Aenderung der Ho-

rizontalität kann indeß offenbar auf verschiedene Weise bewirkt werden; — entweder, indem der Boden, auf welchem die Schicht ruht, durch aus dem Inneren heraus wirkende Kräfte emporgehoben wird, oder aber, indem durch innere Zusammenziehung der Boden sich senkt und dadurch die Schicht nach der Senkungsstelle hin einstürzt und geneigt wird. Wir werden im Folgenden nachzuweisen versuchen, welcher Art die Kräfte gewesen seien, die zur Hebung oder Senkung der Schichten beigetragen haben. Es genügt hier vorläufig, als Grundsatz festzustellen, daß die Neigung einer Schicht jedes Mal und unter allen Umständen ein späteres Ereigniß ist, welches erst nach ihrem Absatze eintreten konnte.

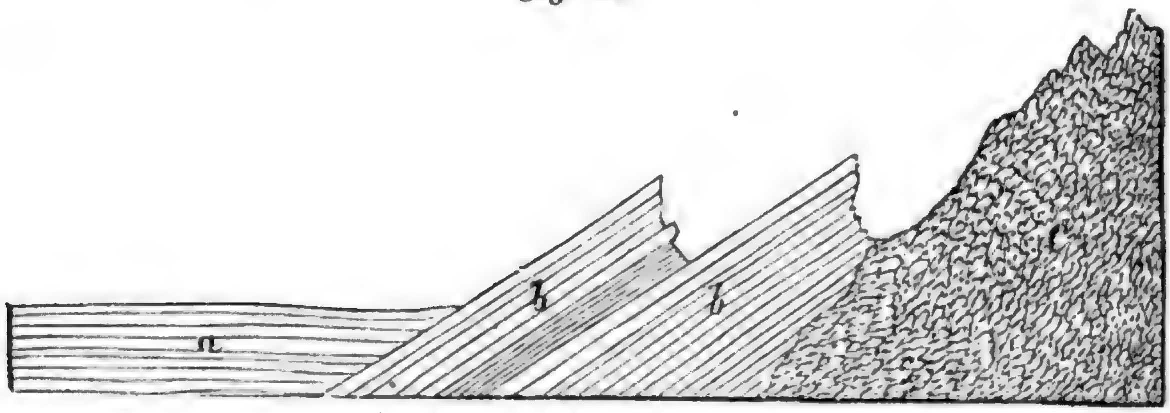
Die Verfolgung der verschiedenen geschichteten Gesteine hat uns ge- §. 1218.
lehrt, daß dieselben überall auf der ganzen Erde in bestimmter Reihenfolge auf einander gelagert sind, und daß diese Reihenfolge auf der ganzen Erde durchaus in derselben Gesetzmäßigkeit sich wiederholt. Alle geschichteten Gesteine sind aus dem Wasser niedergeschlagen worden; — dies beweisen namentlich die organischen Einschlüsse, die Versteinerungen, welche sich in denselben vorfinden. Aus dieser Entstehungsweise geht nothwendig hervor, daß die unterliegende Schicht die ältere, die daraufgelagerte die jüngere sein müsse.

Nur dann könnte ein unterliegendes Gebilde jünger sein, als das darauf gelagerte, wenn das untere aus dem Schooße der Erde hervorgedrungen wäre; — eine durch Niederschlag oder Absatz entstandene jüngere Schicht kann sich hingegen nur in Ueberlagerung der älteren finden. Es muß somit das Steinkohlengebilde z. B. jünger als der alte rothe Sandstein und älter als der Zechstein sein, weil es überall, wo es mit diesen Gesteinen vorkommt, auf dem rothen Sandsteine und unter dem Zechsteine liegt. Hätte das Meer, in welchem sich die Schichten absetzten, gleichförmig die ganze Erde umgeben, so würde man die Erdrinde etwa mit den Schalen einer Zwiebel vergleichen können, deren einzelne Blatthüllen um so älter wären, je näher dieselben in dem Inneren der Erde sich befänden. Diese Vergleichung hinkt in der That nur insofern, als kein einziges geschichtetes Gestein vollständig die Erde umgiebt, sondern abwechselnde Hebungen und Senkungen des Bodens statthatten, wodurch zu gewissen Zeiten festes Land sich an derselben Stelle befand, die später durch Einsenkung unter Wasser kam. So findet man an vielen Stellen die Schichten der Steinkohlenformation unmittelbar auf dem Granit, so daß die unteren Schichten ganz fehlen; an anderen Orten die Kreide unmittelbar auf der Steinkohle, so daß von der ganzen Trias und dem Jura keine Spur anzutreffen ist. Allein dies Fehlen einzelner Formationen an Gegenden, die zur Zeit ihres Absatzes festes Land waren, bedingt deshalb keine Unregelmäßigkeit der Reihenfolge. Eine Schicht, welche an irgend

einem Orte, der nicht allzu sehr durch Umwälzungen zerstört ist, über einer anderen liegt, wird auch überall, wo sie vorkommt, über derselben liegen und man wird deshalb nie den Jura über der Kreide oder die Tertiärgebilde unter der Kreide finden.

§. 1219. Da die Reihenfolge der Formationen eine und dieselbe bleibt über dem ganzen Erdboden, so bedarf es im betreffenden Falle zuerst nur genauerer localer Beobachtungen, um zu bestimmen, zu welcher Zeit die Horizontalität einer gewissen Schicht gestört worden sei. Gesetzt, man habe in Fig. 431 den Durchschnitt einer Bergkette vor sich, welche aus einem un-

Fig. 431.



geschichteten Kerne *c* besteht, der bei seinem Hervorbrechen die auf ihm liegenden Schichten in die Höhe gehoben hat. Fände man nun bei Untersuchung dieser Bergkette, daß die mit *b* bezeichneten Schichten gehoben, die unmittelbar darauf liegenden Gebilde *a* dagegen in ihrer ursprünglichen horizontalen Lagerung verblieben seien, so würde man daraus natürlicher Weise den Schluß ziehen müssen, daß die ungeschichtete Masse *c* nach Ablagerung von *b* und vor derjenigen von *a* sich erhoben habe. Wäre die Hebung später erfolgt, etwa nach der Ablagerung von *a*, so würden diese Schichten gleich den anderen emporgerichtet sein; — da aber ihre Horizontalität unverändert geblieben ist, und sie unter einem gewissen Winkel an die aufgerichteten Schichten *b* sich anlegen, so müssen diese letzteren vor dem Absatze von *a* in ihre jetzige Lage gebracht worden sein.

§. 1220. Es bieten sich sonach aus der genauen Beobachtung der Schichtenlagerung genügende Haltpunkte zur Bestimmung der relativen Epoche, innerhalb welcher die Lagerungen der Schichten durch ein besonderes Ereigniß gestört und verändert worden sind, sobald nur alle Formationen in der Nähe einer Bergkette z. B. entwickelt sind. In diesem Falle läßt sich mit Sicherheit die Epoche der Hebung dieser Bergkette bestimmen. Wenn in dem oben angeführten Beispiele die Schichten *b* die gesammte Juraformation darstellen bis zu dem jüngsten Gliede derselben, die mit *a* bezeichneten dagegen die unteren Glieder der Kreideformation, nämlich das Neocomien und

den Grünsand, so würde die Hebung des Gebirges nach der Beendigung der jurassischen Epoche und unmittelbar vor den Anfang der Kreidezeit zu setzen und mithin ihre relative Epoche so genau als möglich bestimmt sein.

Schwieriger schon werden die Verhältnisse, wenn nicht sämmtliche §. 1221.
Glieder der Formationen entwickelt sind, sondern im Gegentheile einige derselben fehlen. Wenn in dem vorliegenden Beispiele (Fig. 431) die mit *a* bezeichneten Schichten Glieder der jüngeren Tertiärgebilde, etwa der Molasse wären, *b* dagegen aufgerichtete Schiefer der Uebergangsformation, so könnte die Hebung ebenso gut unmittelbar nach dem Absatze der Uebergangsgesteine als unmittelbar von demjenigen der Molasse erfolgt sein, und es läge somit eine Schwankung der Altersbestimmung vor, welche fast die ganze Länge der geologischen Zeit umfaßte. Je weniger Formationen an einem Orte fehlen, desto geringer ist natürlich diese Schwankung, ja das Fehlen eines einzigen Gliedes an einem bestimmten Orte kann sogar mit Gewißheit eine verflossene Hebungsepoche dieser Localität darthun. So finden sich an vielen Orten, wie namentlich in der Schweiz, die jüngsten Glieder der Kreideformation bedeutend entwickelt, während die älteren Tertiärgebilde durchaus fehlen, die jüngeren dagegen wieder in bedeutender Ausdehnung vorhanden sind. Es folgt hieraus, daß die Schweiz unmittelbar nach dem Absatze der Kreide über das Niveau des Meeres sich emporhob und während der älteren Tertiärzeit festes Land bildete, auf welchem kein Absatz stattfand. Nach dem Verlaufe dieser Zeit senkte sich indeß das Land von Neuem unter das Niveau des Meeres, welches sodann die Molassegebilde auf demselben ablagerte. Dieser Gebrauch des Fehlens einzelner Formationen zur Altersbestimmung einzelner Hebungen kann indessen nur bei ausgebreiteten Localitäten stattfinden, und zwar namentlich in denjenigen Fällen, wo ganze Länderstrecken einer gewissen Formation entbehren. Bei minder ausgebreiteten Localitäten kann es nur zu leicht vorkommen, daß die Formation in nur geringem Maße ausgebildet war und durch locale zerstörende Einflüsse späterhin weggeführt wurde.

Die meisten Lagenveränderungen der geschichteten Gesteine sind offen- §. 1222.
bar hervorgegangen aus Hebungen, bedingt durch das Hervorbrechen ungeschichteter Gesteine. An vielen Orten sind die Schichten von diesen Gesteinen durchbrochen worden, und diese letzteren an die Oberfläche gelangt. Sehr oft auch wurden die Schichten nur wellenförmig gebogen, in Form von Domen oder Kuppeln erhoben, oder auch bis auf eine gewisse Tiefe geknickt und aufgerissen, ohne daß das hebende Gestein selbst aus der Tiefe an die Oberfläche gekommen wäre. Es unterliegt keinem Zweifel, daß mit diesen Hebungen zugleich Senkungen vergesellschaftet waren, und viele Geologen sind sogar der Ansicht, daß die Zusammenziehungen des allmäh-

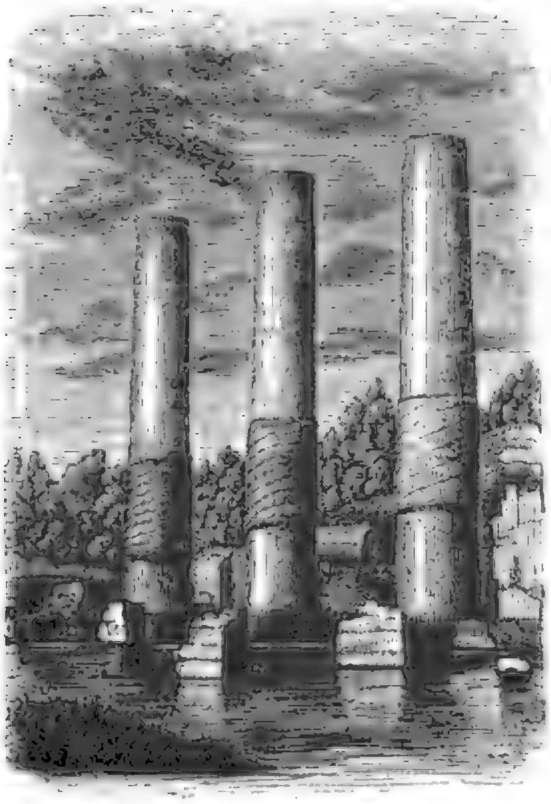
lich erkaltenden Erdkerns allein Ursache aller Lagestörungen der Schichten seien, und somit nur von Senkungen, nicht aber von Hebungen die Rede sein könne. Für den praktischen Geologen erscheint dieser in theoretischer Hinsicht allerdings wichtige Streit als ziemlich nichtig, indem in den meisten Fällen durchaus nicht entschieden werden kann, ob die Neigung einer Schicht der Hebung auf der einen oder der Senkung auf der anderen Seite ihren Ursprung verdanke. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Erde in Folge ihrer Erkaltung sich stets verkleinere und daß die feste Kruste von Zeit zu Zeit sich spalte und wieder auf den zusammengezogenen Erdkern hinabsenke. Allein diese Näherung der Schichten, von der Oberfläche im Allgemeinen nach dem Mittelpunkte hin läßt sich auf keine Art bestimmen. Wir können nicht wissen, ob solche Senkungen in Folge der Erkältung und Zusammenziehung eingetreten sind, da wir kein Mittel haben, zu messen um wie viel der Erdradius sich verkürzt haben kann. Das einzige unveränderliche Niveau, von welchem wir praktisch ausgehen können, ist der Spiegel des Meeres; — ob Hebung oder Senkung vorhanden sei, können wir nur aus dem Verhältnisse der Schichten zu dem Meere selbst bestimmen. Sobald also irgend ein Ereigniß eine Schicht über das Meeresniveau gebracht und trocken gelegt hat, so ist für den praktischen Geologen offenbar Hebung vorhanden gewesen, im entgegengesetzten Falle aber Senkung. Es ist aber eine ausgemachte Thatsache und wird aus dem Folgenden noch deutlicher hervorgehen, daß das Festland successiv während der geologischen Epochen sich vergrößert hat und allmählich mehr und mehr über den Spiegel des Meeres emporgehoben worden ist. Wir haben es somit in der Geologie hauptsächlich nur mit Hebungen und nur wenig mit Senkungen zu thun.

§. 1223. Genauere Beobachtungen der neueren Zeit haben gelehrt, daß die allmähliche Entblößung des Festlandes nicht sowohl auf einer Tieferlegung des Meeresniveau's, als vielmehr auf einer wirklichen, allmählichen, ungleichmäßigen Emporhebung des Festlandes beruhe. Auf der ganzen Länge der norwegischen Küste findet man Terrassen, Sandanhäufungen und Erosionen, welche lange zusammenhängende Uferlinien darstellen, die das frühere Niveau des Meeres bezeichnen. Die norwegische Küste ist ausgezeichnet durch die Existenz langer, tiefeingeschnittener Buchten, sogenannter Fiorde, durch welche das Meer meilenweit in das Land hineindringt. An den Felsenufern dieser Fiorde ziehen sich die alten Uferlinien in scheinbar durchaus horizontaler Richtung hin; — zuweilen bemerkt man selbst mehrere dieser Uferlinien über einander, die dem bloßen Auge vollkommen parallel unter sich sowohl als mit dem Meeresniveau erscheinen. Dieser Parallelismus und diese Horizontalität würden, wenn sie wirklich existirten, den Beweis liefern, daß das Meer sein Niveau erniedrigte, indem es sich allmählich zurückzog oder in seiner Masse abnahm. Es hat sich indeß gezeigt, daß dieser Parallellismus wirklich nur

scheinbar ist und daß im Gegentheil diese alten Uferlinien mit dem jetzigen Niveau mehr oder minder bedeutende Winkel bilden. So zeigen sich an den Ufern des Alten-Fiords an der Küste von Finnmark zwei wohl ausgeprägte Uferlinien, welche in dem Hintergrunde des 18 Stunden langen Fiords eine weit bedeutendere Höhe einnehmen, als an dem Ausgange desselben. Die obere Uferlinie befindet sich im Hintergrunde in einer absoluten Höhe von $67^{m},4$; an dem Ausgange hingegen nur in einer Höhe von $28^{m},6$; die untere Linie hat im Hintergrunde $27^{m},7$; am Ausgange $14^{m},1$ Höhe über dem jetzigen Meeresniveau. Es zeigt sich demnach, daß diese beiden Linien nicht unter einander parallel sind, indem sie an dem äußersten Ende um $39^{m},7$, an dem anderen nur um $14^{m},5$ von einander abstehen, und ferner daß sie beide mit dem Meeresniveau einen gewissen Winkel bilden und in schiefer Richtung unter dasselbe einschießen. Es beweisen sonach diese Zahlen, daß das feste Land sich über das jetzige Meeresniveau erhoben habe und zwar im Inneren mehr, als gegen das Ufer hin, wodurch die alten ehemals horizontalen Uferlinien eine gegen das Meer hin geneigte Stellung bekamen.

Die Reste des Serapistempels bei Puzzuoli, Fig. 432, beweisen die selbst- §. 1224.

Fig. 432.



Ruinen des Serapistempels bei Puzzuoli.

ständigen Veränderungen des Festlandes auf ebenso überzeugende Weise. Drei Säulen dieses alten Tempels, welche etwa 40 Fuß hoch sind und noch jetzt auf ihren Postamenten in ihrer ursprünglichen Stellung stehen, zeigen in einer Höhe von 15 Fuß über dem heutigen Meeresspiegel eine etwa 3 Fuß breite Zone von Löchern, die offenbar nur von Bohrmuscheln herrühren können. Das Meer muß demnach innerhalb der Ruinen dieses Tempels eine Höhe von 18 Fuß wenigstens erreicht haben und längere Zeit in diesem Niveau gestanden sein, um den Pholaden Zeit zu ihrer Ansiedlung zu lassen. In der Umgegend des Tempels zeigen sich ebenfalls die deutlichsten Spuren von dem Verweilen des Meeres in dieser Gegend, und in den Trümmern des Serapistempels selbst hat man Abwehrmauern und verschiedene über einander gelegene Mosaikboden gefunden, welche beweisen, daß das Gebäude allmählich unter Wasser sank. Diese Verhältnisse be-

weisen augenscheinlich, daß die Küstengegend in der Nähe von Puzzuoli nach Erbauung des Serapistempels in ziemlich bedeutender Weise sich senkte, eine Zeit lang unter dem Meere verblieb, dann aber sich wieder zu ihrem jetzigen Niveau erhob.

§. 1225. Durch die eben angeführten Thatsachen, welche noch durch Beobachtungen aus anderen Gegenden vielfach vermehrt werden könnten, ist somit die wirkliche Existenz langsamer, unmerklicher Hebungen an verschiedenen Küstengegenden dargethan. Die Entstehung des Jorullo hat uns gezeigt, daß auch plötzliche Hebungen bedeutender Art durch vulcanische Kräfte bedingt sein können. Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß auch in älteren geologischen Epochen ähnliche Kräfte sich wirksam zeigten und zwar in um so bedeutenderem Maße, als auch die emporgehobenen Gebilde wie die hebenden Massen eine bedeutendere Entwickelung zeigten.

§. 1226. Die Bestimmung der verschiedenen Hebungen, durch welche die Lagerung der Schichten auf der Erdoberfläche modificirt wurde, bietet sonach die hauptsächlichsten Anhaltspunkte für die Darstellung der geschichtlichen Entwickelung unserer Erde. Wir können in Anwendung der entwickelten Principien an den einzelnen Bergketten durch Untersuchung bestimmen, zu welcher Zeit die Bergkette ihr jetziges Relief erhalten habe, indem wir ermitteln, welche Gebilde in der Bergkette erhoben, welche am Fuße derselben horizontal abgelagert sind. Diese Zeitbestimmung ist indeß nur eine relative. Wir haben keine Mittel zur Erforschung der Anzahl von Jahren, welche seit dieser oder jener Hebung verstrichen sind, weil wir nicht bestimmen können, wie viel Zeit es brauchte, um eine Schicht von einer gewissen Dicke abzusetzen. Wollte man den Maßstab der jetzigen Schichtbildung auf dem Grunde des Meeres anlegen, so müßte es schon zur Bildung von Fußdicken Schichten Tausender von Jahren bedurft haben. Allein diese Rechnung erscheint außerordentlich unsicher, da einerseits es noch an genauen Messungen fehlt, andererseits Localverhältnisse den größten Einfluß auf schnellere oder langsamere Schichtbildung ausüben. Alles was wir thun können, besteht demnach darin, zu ermitteln, *in welcher relativen Epoche* eine Hebung erfolgt sei.

§. 1227. Die geschichtliche Entwickelung unseres Planeten beschränkt sich nicht allein auf die Ausbildung der mineralogischen Bestandtheile seiner Rinde; ein wesentliches Moment derselben wird noch durch die Ausbildung der verschiedenen organischen Schöpfungen gebildet, welche die Oberfläche unseres Planeten belebten. Wir haben in dem ersten Bande gezeigt, daß die verschiedenen Formationen auch verschiedene Organismen einschließen, wodurch eben auch bei abweichendem Charakter des Gesteines sich doch dieselben Formationen überall wieder erkennen lassen. Eine genauere Untersuchung der einzelnen Versteinerungen thut nun dar, daß die Pflanzen und

Thiere, welche in einer gewissen Formation lebten, durchaus specifisch verschieden sind von denjenigen, welche in der oberliegenden oder unterliegenden Formation vorkommen. Selbst an solchen Orten also, wo die einzelnen Formationen in horizontalen Schichtungen über einander liegen und man keine Spur einer Andeutung von Erscheinungen finden könnte, durch welche das Fortleben einer früheren Schöpfung beeinträchtigt worden wäre, selbst an solchen Orten findet man die Einschlüsse der verschiedenen Formationen strenge von einander unterschieden. Es zeigt sich somit, daß die Entwickelung der Organismen auf der Erde nicht in allmählich stätiger Reihenfolge sich fortspann, indem die aussterbenden Arten nach und nach durch andere ersetzt wurden, und so die Schöpfung im Ganzen sich allmählich änderte, sondern daß im Gegentheile scharf abgeschnittene Schöpfungsepochen existiren, durch welche ein neues Leben auf der Erde hervorgerufen ward, nachdem vorher das Frühere gänzlich vernichtet worden war. Die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde geschah sonach ruckweise, indem von Zeit zu Zeit eine wahre Revolution ein neues thierisches und pflanzliches Leben auf der Erde hervorrief, und der älteren Generation die Lebensfähigkeit abschnitt.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß die jedesmalige Erneuerung des orga- §. 1228.
nischen Lebens auf der Erde durch Revolutionen bedingt war und mit Hebungen im Zusammenhange stand, wodurch das Relief der Erde verändert, das Verhältniß zwischen Meer und Festland modificirt, und meistens wenigstens der Umfang des letzteren vergrößert wurde. Bei der Darstellung der verschiedenen Hebungssysteme, welche auf das Relief der Erde einen bedeutenden Einfluß geübt haben, werden wir sehen, daß die meisten derselben auch in solche Perioden fallen, die als scharf abgeschnittene Epochen in der organischen Entwickelung sich darstellen, und wenn die Palaeontologie weit mehr Schöpfungsepochen nachweist, als man bis jetzt Hebungssysteme kennt, so kann dies nicht einen Grund gegen die Congruenz beider Arten von Erscheinungen abgeben. Die Zahl der Hebungssysteme kann durchaus nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Es ist im Gegentheile wahrscheinlich, daß spätere Untersuchungen den bis jetzt bekannten noch mehre neue hinzufügen werden, und es ist zu erwarten, daß in der Folgezeit Geologen und Palaeontologen sich dahin vereinigen werden, anzunehmen, daß die Erdgeschichte eine Reihe von verschiedenen Epochen durchlaufen hat, daß in jeder dieser Epochen eine durchaus in sich verschiedene Schöpfung auf der Erde lebte, und daß diese einzelnen Epochen durch große Revolutionen von einander getrennt waren, deren Resultat Hebungen einzelner Bergketten und Veränderungen der geographischen Gestalt der Erdoberfläche waren.

Es ist wahrscheinlich, daß die Hebung der einzelnen Bergketten in §. 1229.

Folge von plötzlichen Erscheinungen eintrat, deren ungeheuere Gewalt aus den Resultaten ersichtlich ist. Wir haben im Vorhergehenden gesehen, daß die historische Zeit uns Beispiele liefert, sowohl von allmählicher, unmerklicher Hebung des Bodens ganzer Länderstriche, als auch von plötzlichen Durchbrüchen, durch welche Vulcane, wie der Jorullo, gebildet wurden. Die blasenförmig erhobene Ebene des Malpays, auf welcher dieser Vulcan sich befindet, hat nur wenige Quadratstunden Flächeninhalt, und läßt sich mithin kaum vergleichen mit dem Flächeninhalt einer solchen Kette wie der Jura oder die Alpen. Wie weit verbreiteten sich aber dennoch die Phänomene, welche die Eruption dieses kleinen, unbedeutenden Erhebungsvulcanes begleiteten. Das Erdbeben von Lissabon, welches die eine Hälfte der Erde erschütterte, war der Vorgänger dieses Ausbruchs. Bedenkt man, daß bei diesem Erdbeben die Verhältnisse zwischen dem Meer und Festland an einigen Stellen dauernd verändert wurden, daß in dem Zeitpunkt der Erschütterung der Boden bedeutend genug schwankte, um die See um mehr als 20 Fuß unter ihr Niveau zu senken und um ebenso viel wieder über dasselbe hinaufsteigen zu lassen, und schließt man nach der Analogie auf die Veränderungen, welche ein solcher Durchbruch, wie derjenige der Alpenkette, hervorbringen mußte, so erlahmt in der That alle Phantasie. Man hat die Größe der stattgehabten Erscheinungen dadurch zu mindern gesucht, daß man annahm, alle diese Hebungen seien nur das Resultat solcher langsam wirkender Kräfte, wie sie noch jetzt auf der scandinavischen Halbinsel sich darstellen. Allein die plötzliche Vernichtung alles Lebens, sowie die geologischen Verhältnisse der Schichten selbst, lassen eine solche Annahme durchaus bezweifeln. Eine plötzliche Veränderung des organischen Lebens zu Ende einer jeden Formation ist durch die paläontologischen Untersuchungen nachgewiesen. Es kann eine solche Veränderung auch nur durch eine plötzlich eintretende Ursache bedingt sein. Auf der anderen Seite findet man öfter, daß Schichten, welche in einer bestimmten Localität durch eine Hebung scharf von einander getrennt sind, in ihrer weiteren Verfolgung durch ihre Uebereinanderlagerung, Zusammensetzung und ihr ganzes sonstiges Verhalten so mit einander verschmelzen, daß ihre Trennung nur kaum durch ihre Versteinerungen möglich ist. Es kann also hier keine längere Zeit zwischen dem Absatze der einen und der anderen Schicht verflossen sein, und die Hebung, welche beide Formationen trennte, kann nur eine kurze Zeit in Anspruch genommen haben.

§. 1230. Es kann nach dem Vorigen als erwiesen betrachtet werden, daß die meisten Bergketten in Folge von Hebungen entstanden sind, durch welche die vorher unter Wasser stehenden Schichten aufgerichtet und theilweise zerrissen wurden, so daß öfter die hebende Masse als Centralkern des Gebirges an die Oberfläche kam. Durch diese Hebungen wurden demnach

neue Ufer gebildet, innerhalb welcher das Meer sich begränzte. Das Festland nahm an bestimmten Stellen zu, an anderen durch Senkungen wieder ab, doch vergrößerte sich die Masse des Festlandes im Allgemeinen in jeder geologischen Epoche. Durch genaue Berücksichtigung der geographischen Gränzen, welche einer jeden Formation gesteckt sind, sowie der Hebungen, welche nach dem Absatze derselben noch einige Einwirkungen auf die Formationen übten, lassen sich die Ufer bestimmen, welche das Meer zu einer gewissen Epoche, zur Zeit der Bildung dieser oder jener Formation besaß. Je jünger die Formation ist, und je weniger dieselbe in ihrer ursprünglichen Horizontalität gestört wurde, mit desto größerer Genauigkeit lassen sich auch die alten Uferlinien bestimmen. So giebt z. B. eine geologische Karte des Pariser Beckens fast genau zugleich die Gränzen an, welche das Tertiärmeer zur Zeit des Absatzes der Pariser Bildungen besaß. Denn da diese Schichten alle horizontal liegen, so ist dies ein Beweis, daß keine spätere Hebung die Ufer des Beckens veränderte, in welchem sie sich absetzten.

Je älter die Formationen sind, desto schwieriger wird die Bestimmung §. 1231.
der alten Uferlinien und die graphische Darstellung der Meere, in welchen sie sich absetzten. Die älteren Schichten kommen nur hier und da zu Tage, indem sie in dem größten Theile ihrer Erstreckung von anderen Formationen überdeckt sind. Sie zeigen sich meist nur an den Rändern der Bergketten mit aufgerichteten, mannichfach zerknickten und zerworfenen Schichten, aus deren Richtung sich oft nur sehr schwierig die Fortsetzung der Schichten unter der Oberfläche erschließen läßt. Zu diesen Schwierigkeiten kommt noch, daß auch die jüngeren Hebungen die älteren Schichten mit afficirten, sie durchbrachen und aufrissen und so deren Stellung in einer Weise modificirten, daß die alten Uferlinien meist durchaus unkenntlich werden.

Zuweilen kann bei diesen Verwickelungen die Paläontologie festere §. 1232.
Haltpunkte gewähren, indem sich aus den in den Schichten eingeschlossenen Petrefacten und deren Lebensweise auf die größere oder geringere Nähe des Festlandes schließen läßt. Wir wissen, daß gewisse Thiere, wie z. B. die Korallen, sich nur auf felsigem Boden in geringer Tiefe anbauen, daß gewisse Muschelfamilien, wie z. B. diejenige der Myen, nur in schlammigem Boden ganz in der Nähe des Ufers in geringer Tiefe anzutreffen sind, daß die Pholaden eine genau abgegränzte Zone in bestimmter Tiefe unter dem Meeresniveau bilden. Aus diesen und ähnlichen Kenntnissen über die Station und Lebensweise der Meeresbewohner unserer heutigen Schöpfung, welche freilich noch sehr dürftig sind, lassen sich dann Schlüsse auf die früheren Formationen herleiten, und es ist so z. B. mehr aus den palaeontologischen als aus den orographischen Forschungen möglich gewesen, eine Karte der Uferlinien der einzelnen jurassischen Formationen in der Schweiz

und den angränzenden Ländern zu entwerfen. Je mehr wir indeß zu den älteren Formationen zurückgehen, desto mehr verläßt uns auch dieses Mittel, da die Unähnlichkeit der Bewohner unserer Erde mit den jetzigen Organismen um so mehr zunimmt, je tiefer wir hinabsteigen, und es also stets um so weniger erlaubt ist, Schlüsse auf ihre Lebensweise zu ziehen.

§. 1233. Trotz aller Schwierigkeiten ist es indessen jetzt schon möglich gewesen, für die genauer bekannten Theile des europäischen Festlandes Karten zu entwerfen, auf welchen man die Ausdehnung des Meeres in verschiedenen größeren Epochen verzeichnen konnte. Elie de Beaumont hat mehre solche Karten für die Kohlenzeit, die jurassische Epoche, die Kreide und die ältere Tertiärzeit entworfen. Es ist eine fernere Aufgabe der heutigen Geologie, diese Arbeit zu vervollständigen und Karten für die Meere der verschiedenen untergeordneten Formationen zu entwerfen.

a. Geognostische Entwickelungsgeschichte der Erde.

§. 1234. Die Bestimmung des Alters einer Bergkette hängt, wie schon früher bemerkt wurde, von der Unterscheidung in der Lagerung der Schichten ab, und die letzte Hebung einer Bergkette, in welcher alle geologischen Formationen entwickelt sind, ist stets unmittelbar vor diejenige Epoche zu setzen, welcher die horizontal gelagerten Schichten am Fuße der Bergkette entsprechen. Die Beobachtung der Trennungslinie, in welcher die horizontalen Schichten mit den aufgerichteten zusammentreffen, ist demnach von der größten Wichtigkeit für die Bestimmung des Alters der Bergkette. Untersucht man eine solche Kette genauer, so wird man sie meistens in eine gewisse Zahl verschiedener Elemente zerlegen können, die sich zwar in den Bergketten von verwickelter Structur auf die mannichfaltigste Weise kreuzen, in welchen aber doch immer die Demarcationslinie zwischen den horizontalen und aufgerichteten Schichten dieselbe bleibt. Diejenigen Kettenglieder, welche parallel mit einander laufen, zeigen auch parallele Demarcationslinien zwischen den aufgerichteten und horizontal gebliebenen Schichten. Es folgt daraus, daß im Allgemeinen die parallelen Kettenglieder auch zu derselben Zeit sich erhoben haben, und daß deshalb die Beobachtung der Streichungslinie, nach welcher die Demarcationslinien der Formationen gerichtet sind, von der größten Wichtigkeit sein müsse.

§. 1235. Die Streichungslinien, nach welchen die geschichteten Gesteine oft über weite Strecken hin erhoben sind, zeigen eine merkwürdige Beharrlichkeit in ihrer mittleren Richtung und dürfen daher durchaus nicht als ein Resultat einzelner localer Phänomene betrachtet werden, die sich in unregelmäßiger Weise gefolgt und wiederholt hätten. Seit undenklichen Zeiten kennen die Bergleute dieses Princip der constanten Streichungslinien der Gänge und haben sich seiner mit Nutzen in ihren Nachforschungen nach

Erzen bedient. Die Auffindung der reichen Kohlenbergwerke von Valenciennes hat man den Nachforschungen zu verdanken, welche man inmitten der französich-flandrischen Ebene auf der Fortsetzung der Streichungslinien der belgischen Kohlenschichten machte. Werner schon hatte erkannt, daß in demselben Districte alle Erzgänge, welche eine gleiche Zusammensetzung haben, auch in paralleler Richtung streichen, und er hatte daraus geschlossen, daß diese parallelen Gänge Spalten seien, die sich zu derselben Zeit geöffnet und gefüllt hätten, und daß man demnach in einem Erzdistricte ebenso viel verschiedene Epochen der Gangbildung unterscheiden könne, als verschiedene Streichungslinien der Gänge vorhanden seien.

Bedenkt man nun, daß die Bergketten im Großen ebenfalls Risse der Erdrinde sind, durch welche die hebenden Gesteinsmassen sich nach der Oberfläche hin Bahn brachen, so wird man sehr einfach zu dem Schlusse geführt, daß der Parallelismus dieser größeren Spalten ebenfalls auf eine Gleichzeitigkeit der Entstehung hindeuten, während eine abweichende Richtung auch die Ungleichzeitigkeit der Erhebung nachweisen müsse. Die Natur ist in Anwendung ihrer Kräfte stets so einfach als möglich, und es ist deshalb nicht wahrscheinlich, daß sie da, wo eine gerade Linie zur Erfüllung ihres Zweckes genügte, eine andere complicirtere Art der Aufreißung gewählt haben würde. Wir sehen deshalb, daß die Bergketten im Großen einfache gerade Linien bilden, deren mittlere Streichungslinien schon auf guten geographischen Karten auf das Klarste hervortreten. §. 1236.

Falls diese Annahmen richtig sind, so darf darauf der Schluß gebaut werden, daß die Zahl der Umwälzungen, welche der Boden einer bestimmten Gegend erlitten hat, gleich ist der Zahl von bestimmten unabhängigen Streichungslinien, welche man in dieser Gegend beobachtet. Die Zahl dieser Streichungslinien ist niemals sehr groß, und sobald man diejenigen aus verschiedenen Gegenden mit einander vergleicht, so findet man bald, daß sie sich einer geringen Zahl von Hauptrichtungen unterordnen, und daß somit die Runzeln und Risse der Erdrinde nur einer verhältnißmäßig geringen Zahl von Hebungssystemen ihren Ursprung verdanken. Jedes dieser Hebungssysteme ist aus einer gewissen Anzahl von Bergketten zusammengesetzt, welche gleiche Streichungslinien und gleiches Alter besitzen. §. 1237.

Die Kugelgestalt der Erde bringt es mit sich, daß eine jede gerade Linie, welche man auf derselben absteckt, nur ein größerer oder geringerer Abschnitt von dem Bogen eines größten Kreises sein kann. Da nun zwei größte Kreise sich nothwendig an zwei Punkten schneiden müssen, die einander diametral gegenüber liegen, so kann im streng mathematischen Sinne nicht von parallelen größten Kreisen die Rede sein. Nichts desto weniger kann man aber Abschnitte derselben, welche klein genug sind, um durch Tangenten dargestellt werden zu können, in dem Falle als parallel betrach- §. 1238.

ten, wenn diese Tangenten unter sich parallel sind. Alle Meridiane sind an ihrem Schneidungspunkte mit dem Aequator parallel unter sich, und man kann im Allgemeinen behaupten, daß zwei Abschnitte größter Kreise, welche nicht sehr groß sind, dann unter sich parallel seien, wenn sie von einem dritten größter Kreise in der Mitte ihrer Länge unter einem rechten Winkel geschnitten werden. Man darf deshalb behaupten, daß alle diejenigen Bergketten unter einander parallele Streichungslinien besitzen, welche den Meridian unter demselben Winkel schneiden.

§. 1239. Gestützt auf die Schlußfolgerungen, welche in dem Vorigen entwickelt wurden, hat Elie de Beaumont bis jetzt in den geologisch genauer bekannten Theilen des Festlandes dreizehn verschiedene Hebungssysteme nachgewiesen, welche unabhängige Streichungslinien besitzen und durch die Erhebung verschiedener Formationen auch verschiedenes Alter beurkunden. Wir werden im Folgenden darzustellen versuchen, welches die Resultate der verschiedenen Hebungssysteme gewesen seien; welche Bergketten dadurch entstanden, welche Veränderungen in der geographischen Configuration sowie in dem organischen Leben dadurch hervorgebracht wurden. Wir dürfen indeß von vornherein einige Einwendungen nicht übergehen, welche gegen die allgemeinere Anwendung der Beaumont'schen Systeme gemacht worden sind.

§. 1240. Die innere Nothwendigkeit des Parallelismus aller gleichzeitigen Hebungslinien wäre allerdings vorhanden, wenn die Erdrinde eine durchaus gleiche homogene Zusammensetzung besäße. Es ist sogar höchst wahrscheinlich, daß in diesem Fall bei der geringen Dicke, welche die Erdrinde im Verhältnisse zu dem inneren feuerflüssigen Kerne besitzt, stets nur ein einziger ungeheuerer Riß einem jeden Hebungssysteme entsprochen haben würde. Die Erdrinde zeigt aber eine höchst mannichfaltige Zusammensetzung und bietet deshalb an verschiedenen Orten eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen den Durchbruch der von innen wirkenden Kräfte. Die Existenz mehrer unter sich paralleler Risse in benachbarten Gegenden beweist schon diese Verschiedenheit der Widerstandsfähigkeit des Bodens. An solchen Orten, wo schon von früherer Zeit her Risse bestanden, kann demnach die Direction eines neu entstehenden Risses in diejenige des alten übergehen und somit die Fortsetzung des Risses einen bedeutenden Winkel mit seinem Anfange bilden. Solche Veränderungen der ursprünglichen Richtung eines Hebungssystemes lassen sich in der That nachweisen, und wenn daher auch der Parallelismus der Hebungssysteme in beschränkteren Localitäten, wo die Zusammensetzung des Bodens dieselbe bleibt, eine Gleichzeitigkeit der Hebung bedingt, so kann dies bei größeren Erstreckungen sich anders verhalten. Die Aenderungen der Streichungslinien in demselben Hebungssysteme werden um so häufiger werden, in je jüngerer Zeit die Hebung selbst erfolgt ist, da mit jeder neuen Formation die Dicke

der Erdrinde, die Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung und somit auch die Verschiedenheit ihrer Widerstandsfähigkeit zunahm.

Aus diesem Grunde kann das Gesetz des Parallelismus gleichzeitiger §. 1241.
Hebungen und der Gleichzeitigkeit der Streichungslinien desselben Hebungssystemes um so mehr Ausnahmen finden, je jünger die Hebung selbst ist. Die Beobachtung bestätigt in der That diese Voraussetzung. Die älteren Hebungssysteme bieten meist einfache wellenförmige Hügelzüge dar, über deren parallele Richtung kein Zweifel erhoben werden kann. Je jünger aber die Hebungssysteme werden, desto mehr wird es schwierig, die Streichungslinien zu erkennen, welche nur im Großen hervortreten, im Einzelnen aber unter einer Menge von Zickzackbiegungen verschwinden. Es bedurfte einer größeren Kraftentwickelung, um die dicker gewordene Erdrinde zu sprengen, und die Verschiedenheit des Widerstandes bedingte und so größere Abweichung in der ursprünglichen Hebungsrichtung, je größerer Kraftentwickelung es bedurfte.

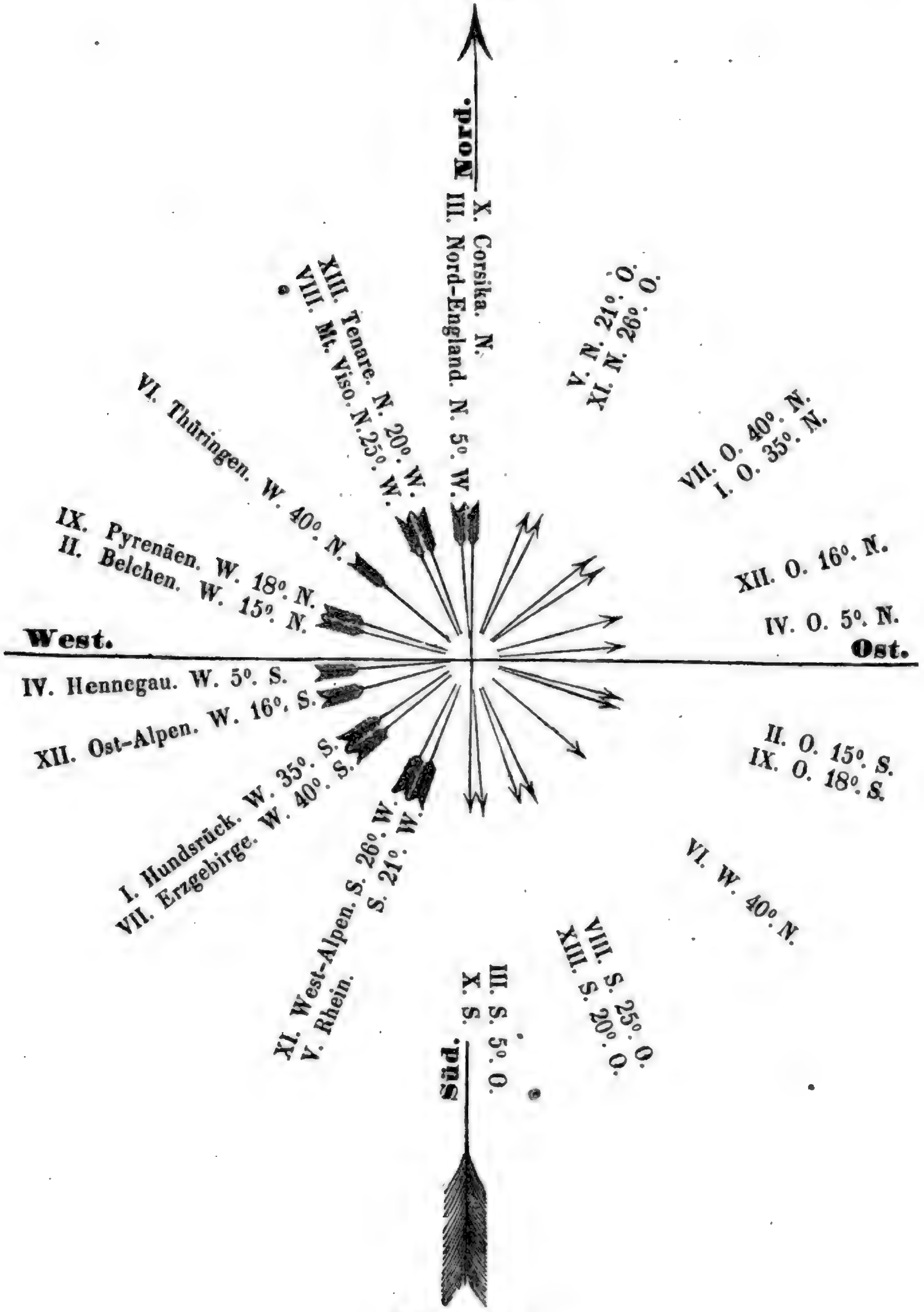
Aus denselben Verhältnissen geht auch hervor, daß man aus dem Par- §. 1242.
allelismus der Hebungsrichtungen allein nicht auf die Gleichzeitigkeit der Hebungen selbst schließen dürfe. Beaumont hat dies selbst anerkannt, indem unter den von ihm aufgenommenen Hebungssystemen verschiedenen Alters mehre sind, welche fast genau dieselbe Richtung besitzen. Die wenigen Grade Unterschied, welche sich z. B. zwischen den Systemen der Belchen und der Pyrenäen, denjenigen des Rheines und der Westalpen zeigen, beruhen mehr auf der Art der Bestimmung, als auf wirklicher Kreuzung, und es ist somit thatsächlich erwiesen, daß derselbe Riß, welcher früher entstand, und sich nachher schloß, in einer späteren Zeit von Neuem wieder aufgesprengt werden konnte. Der Parallelismus einzelner Hebungssysteme kann demnach nur in zweiter Linie zur Unterstützung derjenigen Schlüsse benutzt werden, welche aus der Verschiedenheit der Lagerung getrennter Formationen sich ergeben.

Hierin besteht indeß auch der einzige Einwurf, welcher gegen die voll- §. 1243.
ständige Anwendung der von Beaumont aufgestellten Principien erhoben werden kann. Diese schließen durchaus nicht aus, daß man in derselben Bergkette verschiedene Hebungsperioden finden könne, welche sich oft in mehr oder weniger abweichenden Winkeln kreuzen. Aus der Horizontalität der am Fuße der Bergkette abgelagerten Formationen läßt sich mit Sicherheit bestimmen, in welcher Epoche die Bergkette ihre letzte Hebung erlitten habe. Damit ist indeß durchaus noch nicht gesagt, daß dieselbe Bergkette vorher keine andere Hebungen erlitten habe. Die Bestimmung dieser vorgängigen Hebungen und ihrer Richtung wird stets mit einigen Schwierigkeiten verknüpft sein, sich aber namentlich daraus herleiten lassen, daß die verschiedenen Formationen in abweichender oder übergreifender Lage-

rung sich finden. Die beiliegende Figur (s. Taf. VIII. Fig. 433) stelle den Durchschnitt einer Bergkette vor, bei welcher das Kohlengebilde *c*, wenn gleich selbst in seiner Horizontalität gestört, dennoch in übergreifender Lagerung über den Schiefern der Uebergangsformation *b* sich findet. An dem Fuße des Gebirges seien die Schichten der Kreideformation *d* horizontal abgelagert. Man wird aus diesen Verhältnissen schließen, daß das Gebirge schon unmittelbar nach dem Absatze der Schiefer der Uebergangsformation eine Hebung erlitt, so daß die Kohlenschichten sich in abweichender Lagerung auf den Schiefern absetzten, daß aber das Gebirge seine definitive Gestalt einer zweiten Hebung verdankt, welche nach dem Absatze der Kohlen und vor demjenigen der Kreideformation statthatte. Alle complicirteren Gebirgsketten zeigen ähnliche Verhältnisse. Die meisten derselben verdanken mehren successiven Hebungen ihre definitive Gestaltung, und es muß oft zweifelhaft bleiben, welche derselben den größten Einfluß auf ihre Ausdehnung und Höhe gehabt hat. Die Geschichte einer Bergkette ist demnach damit noch nicht vollendet, daß man die Epoche ihrer letzten Hebung bestimmt, sondern es muß auch durch Untersuchung der verschiedenen abweichenden Lagerungen, welche in der Kette selbst vorkommen, bestimmt werden, ob und welche früheren Hebungsperioden an der Bildung der Kette Antheil genommen haben.

§. 1244. Die verschiedenen Hebungssysteme, welche wir genauer betrachten werden, sind im Allgemeinen nach denjenigen Ketten benannt, welche vorzügliche Beispiele der Hebung darbieten, und in welchen diese Hebung die letzte war, welcher das Gebirge seine jetzige Gestaltung verdankt. Es sind im Allgemeinen bis jetzt dreizehn Hebungssysteme aufgestellt worden, welche die verschiedenen Gebirgsketten Europa's bildeten. Verzeichnet man die Richtung dieser Systeme, so wie dies in der beifolgenden Hebungsrose, (a. nebenst. S.) Fig. 434, geschehen ist, im Verhältniß zu einem bestimmten Meridian, so sieht man hier schon, daß dieselben fast den ganzen Umfang des Kreises einnehmen, so daß fast ein jedes System von irgend einem anderen unter einem rechten Winkel gekreuzt wird. Es zeigt sich ferner, daß die verschiedenen Hebungsrichtungen sich paarweise gruppiren, und mehre derselben einander so nahe stehen, daß sie mit einander zu verschmelzen scheinen. So weicht das zweite System, dasjenige der Belchen, nur um drei Grade von dem neunten, dem System der Pyrenäen ab; — das erste System, dasjenige des Hundsrück, weicht von dem siebenten, demjenigen des Erzgebirges, nur um fünf Grade ab, und ebenso viel beträgt der Unterschied zwischen dem dritten System, von Nord-England, und dem zehnten von Corsica, dem achten, vom Mont Viso und dem dreizehnten von Tenare, ferner dem fünften, dem Systeme des Rheines und dem elften, demjenigen der Westalpen. Weiter von einander gehalten, nämlich durch

Fig. 434.



Hebungs-Rose.

elf Grade Unterschied zeigt sich das vierte System, des Hennegau's, und das zwölfte, dasjenige der Ostalpen. Isolirt steht einzig das sechste System, welches von dem Thüringerwalde seinen Namen trägt. Es zeigt sich aus dieser Zusammenstellung indeß auf das Deutlichste, daß diejenigen Systeme, welche durch ihre Richtung zusammenfallen, dennoch nicht mit einander verwechselt werden können, weil sie durch ihr Alter allzusehr von einander verschieden sind.

§. 1245. In den nachfolgenden idealen Durchschnitten, welche den einzelnen Systemen beigefügt sind, wurden für dieselben Schichten auch stets dieselben Ziffern beibehalten, so daß aus dem Anblick eines solchen Durchschnittes schon hervorgeht, zu welcher Zeit die Hebung stattfand, welche Schichten horizontal abgelagert, welche aufgerichtet seien. Diese idealen Durchschnitte wurden in der Art gehalten, daß stets alle vorhergehenden Schichten als gehoben gezeichnet wurden, während die Formation, welche unmittelbar nach der Hebung sich bildete, als Meer mit horizontalen Ablagerungen dargestellt wurde; es geschah dies größerer Deutlichkeit wegen, obgleich bei vielen Hebungen manche ältere Gebilde fehlen, wie dies z. B. bei den Alpen der Fall ist, wo alle Formationen als gehoben dargestellt wurden, obgleich bekanntlich keine Schichten aus Formationen vor der jurassischen Periode in den Alpen nachgewiesen sind.

a. Ungeschichtete, hebende Gesteine.

1. Cambrisches System.
2. Silurisches System.
3. Steinkohlengebilde.
4. Permisches System.
5. Vogesensandstein.
6. System der Trias.
7. Juraformation.
8. Untere Kreide (Néocomien und Grünsand).
9. Obere Kreide oder Nummulitenkalk.
10. Grobkalk. (Untere Tertiärgebilde.)
11. Mittlere Tertiärgebilde und Molasse.
12. Neuere Tertiärgebilde (Subapenninenformation).
13. Aeltere Anschwemmungen (Diluvium).
14. Bildungen der jetzigen Epoche.

§. 1246. Es zeigt sich aus diesem Verzeichnisse schon, daß eine große Menge von Schöpfungsepochen existiren, welche durch keine Hebung bis jetzt getrennt wurden. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß das silurische und devonische System, der Lias, der Oolith und der Portlandkalk

ebensowohl von einander getrennte Formationen sind, als die verschiedenen Tertiärgebilde oder die Formationen der Kreideepoche, und es ist deshalb wahrscheinlich, daß spätere Untersuchungen auch hier Anlaß geben werden, Hebungen zu unterscheiden, welche die verschiedenen Formationen trennten. In der nachfolgenden Tabelle wurden übersichtlich die einzelnen Systeme nach ihrer historischen Reihenfolge eingebracht, die Epoche ihrer Hebung, die gehobenen Stellen und endlich die Richtungen verzeichnet, nach welchen die Hebungen orientirt sind.

§. 1247.

Nummer.	Namen und Epoche.	Gehobene Gebilde.	Richtung.
I.	**System des Hundsrück.** Gehoben nach dem Absatze des cambrischen Systemes und vor dem Absatze der silurischen Gebilde.	Hundsrück. Eifel. Ardennen. Westmoreland. Beaujolais. Canigou. Centralkern der Vogesen und des Schwarzwaldes. Aelteres Erzgebirge. Sudeten. Finnland. Lappland.	Von West 35° Süd nach Ost 35° Nord.
	Hebung aus der gleichen Epoche mit abweichender Richtung.	Riesengebirge. Eulengebirge. Böhmerwald, theilweise. Schottland } Cumbrian lake }	Nord-Nord-Ost. West-Nord-West. West-Nord-West. Ost-Nord-Ost.
II.	**System der Belchen und des Harzes.** Gehoben nach dem Absatze der Uebergangsgebilde und unmittelbar vor dem Absatze der Kohlenformation.	Belchen in den südlichen Vogesen. Harz Normandie (Bocage im Calvados). Grauwacke bei Magdeburg. Devonshire. Somersetshire. Süd-Irland. Centralplateau von Frankreich.	Von West 15° Nord nach Ost 15° Süd.
III.	**System von Nord-England.** Gehoben nach dem Absatze der Kohlenformation und unmittelbar vor dem Absatze des permischen Systemes.	Nord-England. Südliche Kämme der scandinavischen Alpen. Südliches Irland. Nördliche Bretagne Tarare. Kohlenbecken von Forez. Kette der Maures im Departement du Var.	Von Nord 5° West nach Süd 5° Ost.

Nummer.	Namen und Epoche.	Gehobene Gebilde.	Richtung.
IV.	System des Hennegau's. Gehoben nach dem Absatze des permischen Systemes und unmittelbar vor dem Absatze des Vogesensandsteines.	Hennegau. Südwales. Saarbrücken. Mannsfeld. Centrum der Bretagne.	Von West 5° Süd nach Ost 5° Nord.
V.	System des Rheines. Gehoben nach dem Absatze des Vogesensandsteines und vor dem Absatze des bunten Sandsteines.	Beide Ufer des Rheinthales zwischen Basel und Mainz. Hardt. Vogesen. Schwarzwald. Odenwald.	Von Süd 21° West nach Nord 21° Ost.
VI.	System des Thüringerwaldes. Gehoben nach dem Absatze der Trias und vor dem Absatze der Juraformation (Lias).	Thüringerwald. Böhmerwald. Südwestliche Vogesen. Departement des Aveyron. Hügel zwischen Avallon und Autun. Olympisches System (Griechenland).	Von West 40° Nord nach Ost 40° Süd.
VII.	System des Erzgebirges. Gehoben nach dem Absatze der Juraformation und vor dem Absatze der unteren Kreide. (Néocomien und Grünsand.)	Erzgebirge. Cevennen. Mont Jura. Côte d'Or. Mont Pilas. Ostrand des Centralplateau's von Frankreich.	Von West 40° Süd nach Ost 40° Nord.
	Hebung aus der gleichen Epoche mit abweichender Richtung.	Kamtschatka. Kaukasus von Persien zum schwarzen Meer.	Nord 7° Ost. Nord-West nach Süd-Ost.
VIII.	System des Mont Viso. Gehoben nach dem Absatze des Grünsandes und vor dem Nummulitenkalke.	Alpen des Dauphiné. (Mont Viso.) Südlicher Alpenjura bis nach Lons-le-Saulnier. Vendée bis nach Valencia. Kette des Pindus.	Von Nord-West nach Süd-Ost.
	Hebung aus der gleichen Epoche mit abweichender Richtung.	Kaukasus, Kette von Akhalzikeh.	Von Ost nach West.

Nummer.	Namen und Epoche.	Gehobene Gebilde:	Richtung.
IX.	System der Pyrenäen. Gehoben nach dem Absatze des Nummulitenkalkes und vor dem Absatze des Grobkalkes.	Pyrenäen. Apenninen. Julier Alpen. Karpathen. Balkan. Bosnische und Croatische Berge. Wealds. Pays de Bray (Frankreich). Achäisches Gebirge (Griechenland). Atlas bei Bona und Constantine.	Von West 18° Nord nach Ost 18° Süd.
X.	System von Corsica. Gehoben nach dem Absatze des Grobkalkes und vor dem Absatze der Molasse.	Corsica. Sardinien. Toscana und Kirchenstaat. Albanien. Theil des Pariser Beckens. Touraine. Schweiz. Rhonethal von Lyon abwärts. Kette zwischen Saône und Loire	Von Nord nach Süd.
	Gleichzeitig mit abweichender Richtung.	Süd-England (Insel Wight, Kent, Sussex). Kolchis, Georgien, letzte Hebung des Kaukasus.	Von Ost nach West.
XI.	System der West-Alpen. Gehoben unmittelbar nach dem Absatze der Molasse und vor der Subapenninenformation.	Westliche Alpen vom Montblanc und Monte Rosa bis zum Meer. Oestliche Küstenkette Spaniens. Scandinavische Alpen, theilweise.	Von Süd 26° West nach Nord 26° Ost.
XII.	Systen der Ost-Alpen. Gehoben unmittelbar nach der Subapenninenformation und vor dem Diluvium.	Oestliche Alpen von Wallis bis nach Ungarn hin. Ophite am Fuße der Pyrenäen	Von West 16° Süd nach Ost 16° Nord.
XIII.	System des Tenare. Gehoben nach dem Diluvium; vielleicht in der jetzigen Periode selbst.	Kap Tenare in Griechenland. Provence. Sicilien. Phlegräische Felder. Ischia. Somma.	Von Nord 20° West nach Süd 20° Nord.

I. System des Hundsrück.

§. 1248. Das älteste Hebungssystem, welches auf der Oberfläche der Erde unterschieden werden kann, hat einzig die Schiefer des cambrischen Systems (1) gehoben und eine Reihe von Hügeln gebildet, Fig. 435, an deren

Fig. 435.

I. System des Hundsrück.

Fuß sich die silurischen Gesteine (2) in abweichender horizontaler Richtung ablagerten. Die Oberfläche des europäischen Continents zeigt eine Menge von hügeligen Gegenden, welche in der Richtung West 35 Grad Süd, nach Ost 35 Grad Nord, emporgehoben worden sind. In dieser Richtung streichen die Schiefergebilde des Hundsrück, der Ardennen, und der Eifel, an deren Fuß sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Kohlengebilde von Belgien und das westfälische Kohlenbecken ablagerten. Die schieferigen Gebilde des Harzes und der Vogesen, sowie des Erzgebirges, auf deren Rücken sich mannichfaltige kleine Kohlenbecken befinden, streichen in der nämlichen Richtung. Auch in den Pyrenäen, in Corsica, in Schweden, Norwegen und Finnland, sowie in den Grampians in Schottland und den Mauren im südlichen Frankreich läßt sich dieselbe Richtung der schieferigen Gebilde nachweisen. Die so steil aufgerichteten Schichten des cambrischen Systemes in der Bretagne und der südlichen Normandie sind zu derselben Zeit durch granitische Hügel emporgehoben worden, welche seit jener Epoche festes Land bildeten. In Westmoreland sind die Schiefer, welche unter dem Kohlengebilde verschwinden, von diesem in abweichender Richtung bedeckt, und es geht aus der Structur der ganzen Gegend hervor, daß dieselbe vor dem Absatze des devonischen Systemes erhoben wurde. Die Südkette von Schottland, sowie die verschiedenen Schiefergebirge von Wales, Cornwallis und den Inseln Man und Anglesea zeigen durchaus parallele Hebungsrichtung und ähnliches Verhalten der älteren Schichten an ihrem Fuße.

§. 1249. Indeß scheinen zu derselben Zeit schon Hebungen in abweichender Richtung entstanden zu sein, wie denn namentlich die älteren Schiefer des Riesengebirges und Eulengebirges und eines Theils des Böhmerwaldes sowie einiger Gebirge von Schottland und Südwales nach abweichender Rich-

tung streichen, obgleich an ihrem Fuße ebenfalls die Kohlengebilde in abweichender Lagerung gefunden werden. Das Resultat aller dieser Hebungen bestand in einzelnen Hügelzügen, kleineren inselartigen Erhöhungen und wellenförmig gebogenen Plateau's, welche aus dem Meere der devonischen Epoche hervorragten. Bemerkenswerth ist, daß schon in diesen einzelnen Erhöhungen gleichsam der erste Anstoß zur Bildung der meisten Gebirgsketten gegeben ist. Nur wenige der Hügel, welche dieser ersten Hebungszeit angehören, sind in ihrer primitiven Gestalt geblieben und von keinem späteren Gebilde überdeckt worden. Die meisten sind durch spätere Hebungen modificirt und theilweise zu wiederholten Malen wieder gesenkt worden, so daß sie von späteren Formationen überdeckt wurden. Jedenfalls wurden durch diese Hebungen nur flache Hügel gebildet, an deren Ufern das ebenfalls flache silurische Meer seine Gebilde absetzte.

II. System der Belchen und des Harzes.

Die silurischen Gebilde (2) haben nur an wenigen Orten wie namentlich in Scandinavien und Finnland ihre ursprüngliche Horizontalität bewahrt; — an dem meisten Orten sind sie mit den cambrischen Ge- §. 1250.

Fig. 436.

II. System der Belchen und des Harzes.

bilden erhoben worden und bildeten mit diesen die Ufer des Kohlenmeeres. Die silurischen und devonischen Schichten des größten Theiles von England, von Süd-Irland, von der Bretagne und dem Bocage sind alle nach der Richtung von West 15 Grad Nord, nach Ost 15 Grad Süd gehoben.

Der Harz endigt in N. Nord-Ost durch einen Absturz, welcher in schiefer Richtung die Streichungslinie der Schiefergebilde durchschneidet und parallel ist mit jener Spalte, auf welcher die Granite des Brockens und der Roßtrappe die Uebergangsgebilde des Harzes durchbrochen haben. Die Hebung dieser granitischen Kerne des Harzes fand unzweifelhaft erst Statt, als schon die Schiefergebilde durch eine frühere Hebung emporgerichtet waren; auf der anderen Seite kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Kohlenablagerungen am Fuße des Harzes erst nach dem Durchbruche dieser Centralkerne statthatten. Es zeigen sich in dem Harze noch Spu- §. 1251.

ren mannichfaltiger Hebungen, wodurch auch die jüngeren Formationen betroffen wurden; allein die Hebung, von welcher jetzt die Rede ist, gab demselben hauptsächlich sein Relief und darf somit füglich seinen Namen tragen.

§. 1252. Die Syenite und Porphyre, welche in den südöstlichen Vogesen den Ballon d'Alsace und Ballon de Comté bilden, haben die devonische Formation mit ihren Anthraciten emporgehoben, während die Kohlengebilde von Ronchamps an ihrem Fuße auf den Schichtenköpfen abgelagert sind. Der ganze südliche Theil der Vogesen sowie des Centralkernes des Schwarzwaldes zeigt dieselbe Structur und dieselbe Streichungslinie der Hebung. Die Belchen gehören nebst dem Brocken zu den höchsten Gipfeln, welche durch diese zweite Hebung der geschichteten Gesteine erzeugt wurden.

§. 1253. Die Grauwackehügel im Nordwesten von Magdeburg, in denen man viele Pflanzenabdrücke findet, welche der devonischen Epoche angehören, zeigen eine gleiche Streichungsrichtung mit dem granitischen Centralkerne des Harzes, dessen Erhebung ohne Zweifel auf die Faltung dieser Gebilde einen bedeutenden Einfluß äußerte.

§. 1254. Das so eben dargestellte System trug ohne Zweifel nebst dem vorigen zur Bildung einer großen Menge von flachen Inseln und Plateau's bei, an deren Ufern sich die Kohlengebilde ablagerten. Die organischen Einschlüsse des Kohlenkalkes deuten darauf hin, daß ausgebreitete Meere existirten, an deren flachen Ufern jene ungeheuren Sümpfe sich ausbreiteten, in welchen die Farrenkräuter der Steinkohle üppig wucherten, während andererseits die zahlreichen zerstreuten Becken und Binnenablagerungen in Frankreich und Deutschland beweisen, daß große flache Plateau's von festem Land vorhanden waren, auf deren Oberfläche verschiedene einzelne Moräste und Sümpfe sich befanden. Die beifolgende Karte (s. Taf. IX. Fig. 437) zeigt die Ausdehnung, welche einerseits die Meere, in welchen der Kohlenkalk sich absetzte, andererseits die Sümpfe besaßen, innerhalb welcher die eigentliche Steinkohle gebildet wurde. Die Uferlinien des festen Landes sind von Elie de Beaumont insoweit mit starken zusammenhängenden Linien auf dieser Karte bezeichnet worden, als dies nach den bis jetzt bekannten Thatsachen möglich war. Die Ausdehnung des Kohlenkalkmeeres wurde durch quere leichte Streifen, die der Steinkohlensümpfe durch ähnliche Schattirungen angedeutet, während diejenigen Länderstriche, in welchen man keine Kohlenlager kennt, die aber durch spätere Ablagerungen oder durch das jetzige Meer unseren Nachforschungen entzogen sind, durch senkrechte Striche bezeichnet wurden. Das feste Land, welches aus dem Kohlenmeere hervorragte, blieb unschattirt und bildet weiße Flecken. Zum leichteren Verständnisse der Karte haben wir durch punktirte Linien die Gränzen des heutigen Festlandes bezeichnet.

In der Mitte des Kohlenmeeres erhob sich eine große Insel von trocken § 1255. gelegten Uebergangsgebilden, deren Streichungslinie in der Richtung des Systemes der Belchen blieb, deren Ufer aber nicht genau bestimmt werden können, da an vielen Orten spätere Ueberlagerungen die Kohlengebilde deckten. Im Norden dieser langen und schmalen Insel, die sich von Lüttich aus in schiefer Richtung über Leicester und Cambridge bis zur westlichen Küste von England zieht, zeigt sich das weite Kohlenmeer, dessen nördliche Gränze wegen der Ueberdeckung durch die Kreide und Tertiärgebilde, sowie durch die heutige Nordsee nicht genau bestimmt werden kann; das aber sicherlich einerseits bis Hannover und nordwestlich bis über Edinburg hinaus sich erstreckte. Nach Westen hin zeigen sich inmitten dieses Kohlenmeeres mehre Inseln, die nach dem Hebungssysteme des Hundsrück streichen und im Süden fast mit der großen Insel zusammenstoßen, an deren Ufern einerseits Cambridge, andererseits Boulogne liegen. Ein schmaler Arm des Kohlenmeeres, in welchem Dublin liegen würde, trennt diese beiden Inselgruppen. Süd-Irland bildete zu derselben Zeit mehre kleinere Inseln und die Südspitze von Cornwallis ein bedeutenderes Festland, welches in der Richtung des Hundsrück streicht. Der Hundsrück selbst mit der Eifel und den Ardennen bildet zwischen Köln und Frankfurt eine bedeutende Hügelgruppe, welche nur durch einen schmalen Meeresarm von der großen belgisch-englischen Insel getrennt ist. Dieser Meeresarm hat die Ablagerungen von Lüttich und dem südlichen Belgien gebildet und fließt nach Westen hin über Arras, Valenciennes und an Boulogne vorbei gegen Greenwich und Bristol, um sich dort mit dem größeren Meere zu vereinigen, welches die Ablagerungen von Südwales bedingt hat. Ein größeres Festland wurde durch die schon erhobenen Theile gebildet, welche heute in der Bretagne und im granitischen Centralkerne von Frankreich zu Tage liegen. Im Gebiete dieses Festlandes befand sich eine bedeutende Anzahl von kleineren Becken und Sümpfen, welche mit dem großen Kohlenmeere in keinem Zusammenhange standen. Die Gränzen dieses Festlandes lassen sich nicht deutlich bestimmen, erstrecken sich aber nordöstlich jedenfalls bis gegen Straßburg hin. Der bedeutendste Binnensumpf fand sich im Süden der großen Insel, welche von der Eifel und dem Hundsrück etwas unterhalb Frankfurt gebildet wurde, und gab zur Ablagerung der pfälzischen Kohlenschichten Veranlassung.

Die scandinavische Halbinsel, sowie Nord-Schottland, waren schon zum § 1256. größten Theile trocknes Land. In der Mitte von Deutschland zeigte sich eine große Insel, bestehend aus dem Harze und den schon erhobenen Theilen der Gebirge bis zum Böhmerwalde, auf deren Rücken sich ebenfalls einige Binnenseeen befanden. Endlich weiter im Süden von Insbruck bis nach Toulon und bis über Corsica hinaus erstreckte sich

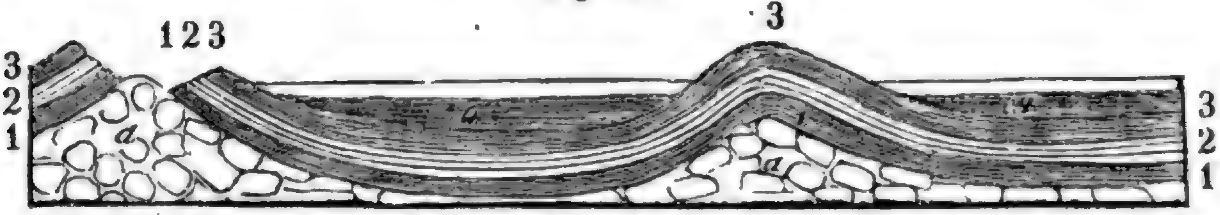
ein zweites Festland, welches vielleicht mit demjenigen von Central-Frankreich in Verbindung stand, und in dessen Süden einige wenige Kohlensümpfe sich befanden.

§. 1257. Alle Theile des Festlandes, in welchen man keine Kohlenablagerungen kennt und auch keine gegründete Vermuthungen über deren Existenz in der Tiefe hegen kann, wurden auf der Karte, wie schon bemerkt, mit senkrechten Strichen schattirt. Jedenfalls erhellt aus der Karte, daß nach der Erhebung des Systemes der Belchen und des Harzes schon bedeutende Partien festen Landes existirten, welche später wieder unter das Meer gesenkt wurden, so daß die erhobenen Uebergangsgebilde unmittelbar von späteren Formationen überdeckt wurden. Indessen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die Kohlenmeere und Sümpfe eine weit größere Ausdehnung hatten, als ihnen auf dieser Karte gegeben wurde, da einerseits die späteren Formationen, andererseits das Meer die Kohlenablagerungen bis in unerforschliche Tiefen decken und außerdem noch die meisten Binnenmulden so von allen Seiten her zusammengeknickt erscheinen, daß ihnen eine weit größere ursprüngliche Ausdehnung zugeschrieben werden muß.

III. System von Nord-England.

§. 1258. Der Boden von England wird von Derby bis zu den Gränzen Schottlands durch eine Hügelkette durchsetzt, welche fast genau von Süd nach

Fig. 438.



III. System von Nord-England.

Nord läuft, hie und da zwar bedeutende Abweichungen zeigt, aber im Ganzen von Nord 5° West nach Süd 5° Ost streicht. Die Hebungen haben in dieser langen Hügelkette, welche von den verschiedenen Gliedern der Kohlenformation gebildet wird, große Verwerfungen und ungeheure Risse erzeugt, welche unmittelbar vor dem Absatze der Conglomerate des rothen Todtliegenden (4) entstanden. Die verschiedenen Trappgesteine, welche die Kohlenformation Nord-Englands durchsetzen, sind ohne Zweifel die Ursache der Hebung dieser Hügel gewesen, an deren Fuße sich das permische System in horizontalen Schichten ablagerte.

§. 1259. In der Nähe von Bristol zeigen sich ähnliche Verwerfungen und Erhebungen der Kohlengebilde, welche in derselben Richtung streichen. Man erkennt ferner dieselben Streichungslinien im Süden Scandinaviens, im Norden der Bretagne, in den Bergen von Tarare in Central-Frankreich,

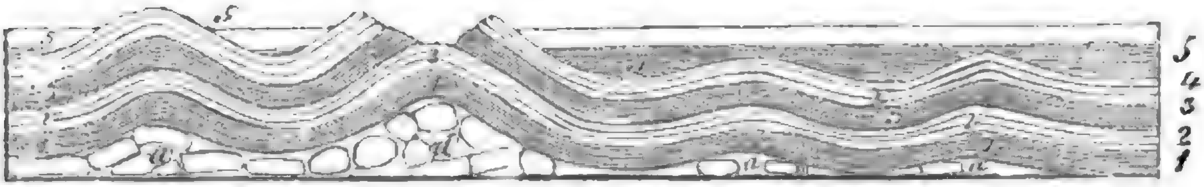
in den Kohlenablagerungen von Forez, so wie in dem Departement du Var an der Südküste Frankreichs.

Die Erhebung dieses Systemes scheint nur wenigen Einfluß auf die Ausdehnung und Erweiterung des Festlandes gehabt zu haben, und nur die geringen Streifen der Kohlenformation, welche in England und Belgien frei an der Oberfläche ausgehen, ohne von der permischen Formation bedeckt zu sein, wurden durch dieselben über das Niveau des Meeres erhoben. Viele Theile des schon bestehenden Festlandes aber, wie das Mansfeldische und ein Theil der Vogesen, wurden durch dieselbe Revolution unter den Boden des Meeres versenkt und durch die Ablagerungen der permischen Gebilde überdeckt. §. 1260.

IV. System des Hennegau's.

Die Formationen des rothen Todtliegenden und des Zechsteines (4), §. 1261.
die anfänglich in horizontalen Schichten am Fuße des Harzes, des Hunds-

Fig. 439.



IV. System des Hennegau's.

rück und des Erzgebirges abgelagert waren, zeigen an vielen Orten eine große Zahl von Brüchen und Verwerfungen. Einige dieser Verwerfungen greifen durch bis in den bunten Sandstein und den Muschelkalk, andere indessen durchsetzen nur noch den Zechstein und scheinen unmittelbar nach dessen Absatz gebildeten worden zu sein. Zu diesen letzteren gehören die Verwerfungen und Umbiegungen der ganzen Reihe des permischen Systemes (4), welches sich im Mannsfeldischen findet, und deren mittlere Direction fast genau von Ost nach West geht.

Diese Verwerfungen des permischen Systemes in Mannsfeld gehören §. 1262.
zu einem großen Ganzen von Schichtungsstörungen, die sich von den Ufern der Elbe bis nach der Bucht St. Bride in Wales und bis zur Chaussee von Sain in der Bretagne erstrecken und überall sämmtliche geschichtete Gesteine ergreifen, die von dem bunten Sandsteine abgelagert sind. Alle früheren Formationen sind auf dieser Erstreckung von 280 Stunden Länge mehr oder minder verworfen. Man findet selbst Localitäten wie bei Mons, Lüttich, Valenciennes und Quimper, wo die Schichten zickzackförmig zusammengefaltet sind. Im Allgemeinen zeichnen sich diese Schichtungsstörungen dadurch aus, daß sie an der Oberfläche nur schwache Hügel, aber keine bedeutendere Berge bilden, trotz der ungemeinen Verwickelung

und Zusammenfaltung der Schichten im Inneren. Die Falten oder Risse der Schichten streichen zur Hälfte in einer Richtung, die parallel läuft mit einem größten Kreise, welcher den Meridian von Mannsfeld rechtwinklich schneidet, und zur anderen Hälfte nach Richtungen, die schon durch frühere Hebungen angedeutet waren. So zeigen sich in dem Kohlengebirge, welches sich fast ununterbrochen von der Mark bis nach Arras hinzieht, die Schichten bald in einer Richtung von Ost nach West streichend, bald von Nordost nach Südwest parallel mit der Richtung der alten Schiefer der Eifel und des Hundsrück. An den Ufern des Bristolkanals und in dem ganzen Süden von Wales oscillirt die oft sehr verbogene Schichtung der Kohlengebilde zwischen zwei Richtungen, von welchen die eine parallel mit dem angeführten größten Kreise, die andere von Ost 10° Süd, nach West 10° Nord streicht, parallel mit den Schiefer- und Grauwacke-Schichten des Nordens von Devonshire, welche durch das System des Harzes gehoben sind. In dem Norden von Wales zeigt sich auch die Richtung Nordost Südwest welche den Schiefergebirgen dieser Gegend eigenthümlich ist. Aehnliche Erscheinungen finden sich in dem Kohlenbecken von Quimper. Man bemerkt, daß die Verwerfungen und Verdrehungen, welche einerseits in dem belgischen Kohlenbecken, andererseits in der Nähe von Bristol statthatten, durchaus gemeinsame Charaktere zeigen, und zwar namentlich, daß die Schichten auf der Südseite des afficirten Kohlenstriches weit stärker verbogen sind, als auf der Nordseite. Die Verwerfungen unterscheiden sich von denjenigen, welche durch das vorige System hervorgebracht wurden, dadurch, daß man nur höchst selten oder vielleicht niemals jene Durchbrüche von Trappgesteinen bemerkt, welche alle von Nord nach Süd streichenden Verwerfungen des Systemes von Nord-England begleiten.

§. 1263. Durch die Aehnlichkeiten, welche alle diese Verwerfungen in ihrer so großen Ausdehnung begleiten, wird es wahrscheinlich, daß sie einer und derselben Ursache ihren Ursprung verdanken, welche nothwendiger Weise unmittelbar nach dem Absatze des Zechsteines einwirkte. Die Kohlenschichten von Saarbrücken sind wahrscheinlicher Weise zu derselben Zeit vielfach gehoben und geknickt worden, und zwar vor dem Absatze des Vogesensandsteines (5), der horizontal auf den Schichtenköpfen des Kohlengebildes abgelagert ist. Der Boden der Vogesen scheint überhaupt zwischen dem Absatze des unteren rothen Sandsteines (des Todtliegenden) und des Vogesensandsteines einige Veränderungen erfahren zu haben. Denn ersterer hat nur einige wenige Thalvertiefungen ausgefüllt, während letzterer sich weit höher erhob und bedeutendere Strecken bedeckte. Nur an wenigen Punkten wie bei Saint-Dié, Schlettstadt, Montbelliard, wurde der alte rothe Sandstein über das Niveau des Meeres erhoben, in welchem der Vogesensandstein sich ablagerte. An allen übrigen Orten

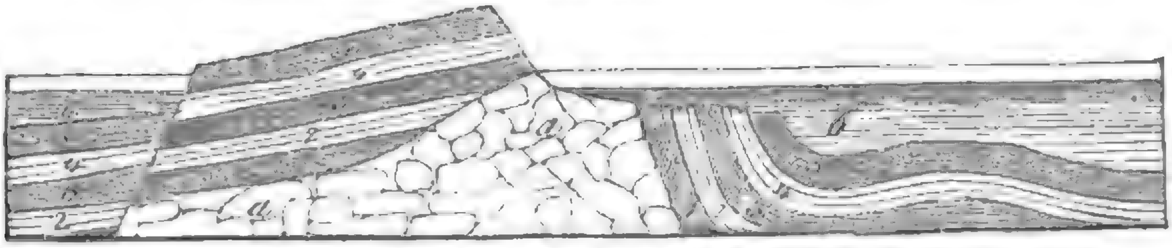
wurde im Gegentheil ein guter Theil des Landes, welches vorher trocken lag, wieder unter den Spiegel des Meeres versenkt.

Der Einfluß dieses Systemes auf die Bildung des Festlandes war nicht bedeutender als derjenige des vorigen, und nur an den angeführten Orten, in der Umgebung der Vogesen und des Schwarzwaldes, wurde die Begränzung des Festlandes einigermaßen durch dasselbe modificirt. §. 1264.

V. System des Rheines.

Die Gebirge der Vogesen, der Hardt, des Schwarzwaldes und Odenwaldes bilden zwei symmetrische Gruppen, welche einander gegenüber durch §. 1265.

Fig. 440.



V. System des Rheines.

zwei lange, leicht gewellte Spaltenwände sich endigen, die, etwa parallel mit einander und mit dem Rhein laufend, von Basel bis gegen Mainz hinstreichen. Diese beiden Spaltenwände sind hauptsächlich aus geradlinigen Rissen zusammengesetzt, die fast überall genau von Süd 21° West, nach Nord 21° Ost orientirt sind. Die erwähnten Gebirge besitzen sowohl an ihren Rändern als in ihrem Inneren eine Menge von Abstürzen, die gleiche Richtung besitzen. Alle diese Linien zeigen sich sehr genau auf einer geologischen Karte dieser Gegenden, sobald man nur die so oft verwechselten Formationen des Vogesensandsteines und des bunten Sandsteines durch besondere Farben unterscheidet. Die Abstürze, von welchen hier die Rede ist, sind ganz oder theilweise von Vogesensandstein gebildet. Sie bilden im Allgemeinen den Abschnitt der mehr oder minder ausgebreiteten Plateau's, auf welchen sich die Schichten des Vogesensandsteines ausbreiten. Man hat demnach hier ein System von großen Rissen, welche in ihrer parallelen Richtung die Schichten des Vogesensandsteines in lange Streifen zerklüfteten, worauf dann diese Streifen in verschiedener Weise gehoben und gesenkt würden. Die Epoche, in welcher dieses geschah, ging ohne Zweifel dem Absatze des bunten Sandsteines, des Muschelkalkes und des Keupers voraus; denn diese Glieder der Trias (6) erstrecken sich überall nur bis zu dem Fuße der erwähnten Abstürze, und haben sich demnach in einem Meere abgelagert, in welchem die durch das Rheinsystem erhobenen Stücke des Vogesensandsteines Inseln und Halbinseln bildeten. Noch jetzt erkennt man deutlich die Umgränzungen dieser älteren Landstriche.

§. 1266. Der Absatz des bunten Sandsteines scheint unmittelbar demjenigen des Vogesensandsteines gefolgt zu sein, denn beide Formationen gehen unmittelbar in einander über, wo sie über einander gelagert sind. Die Bewegung, welche die Plateau's des Vogesensandsteines erhob, an deren Fuß der bunte Sandstein sich absetzte, trat sonach plötzlich ein und war nicht von langer Dauer.

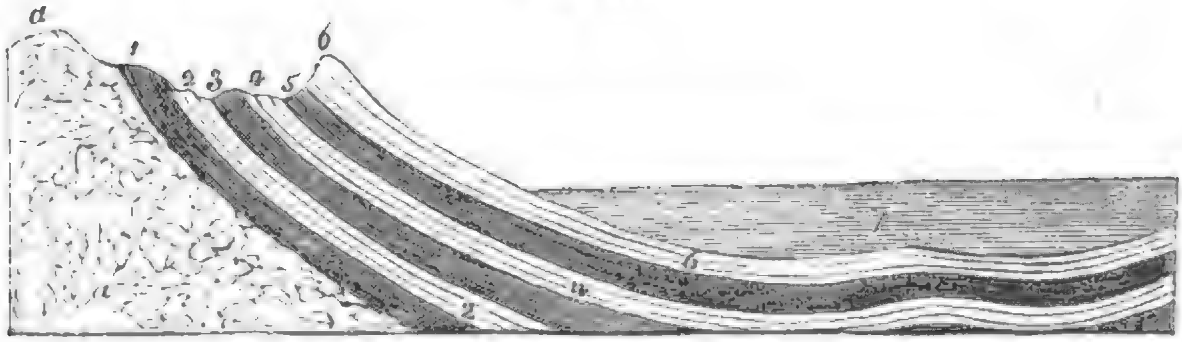
§. 1267. Das Rheinsystem scheint nicht bloß auf die erwähnten Gebiete des südlichen Deutschlands beschränkt zu sein. Man bemerkt Spuren ähnlicher Risse von gleicher Richtung in den Gebirgen zwischen der Saone und Loire in Central-Frankreich und im Süden bis in die Uferketten des Departement du Var. Alle diese Risse sind offenbar vor dem Absatze des bunten Sandsteines, des Muschelkalkes und des Keupers entstanden, und man erkennt überall, daß sie die Kohlengebilde durchsetzt haben. Freilich fehlen in allen diesen Gegenden die permischen Gebilde, welche zwischen der Kohlenformation und dem bunten Sandsteine sich ablagerten, so daß man das Alter nicht mit vollkommner Gewißheit bestimmen kann; — jedenfalls aber widersprechen die vorhandenen Thatsachen der Annahme nicht, welche diese Risse ihrer Richtung wegen dem Systeme des Rheines zutheilt. Auf dem Centralplateau von Frankreich scheint namentlich eine Reihe von Hügeln, die aus porphyrischem Granit bestehen, zu dieser Zeit entstanden zu sein und das Kohlengebilde durchbrochen zu haben.

§. 1268. Die vorbemerkten Thatsachen lehren, daß das Rheinsystem hauptsächlich nur im Umfange der Vogesen und des Schwarzwaldes einigen Einfluß auf die Vergrößerung des Festlandes gehabt habe, indem dort etliche Inseln von geringer Ausdehnung erhoben wurden. Die Hebung der erwähnten Granithügel in Central-Frankreich fand Statt auf schon trocknem Lande. Einige Gegenden, in welchen das permische System fehlt, die triasischen Gebilde hingegen abgelagert sind, wurden zu dieser Zeit von Neuem unter Wasser gesetzt.

VI. System des Thüringerwaldes.

§. 1269. Die jurassischen Gebilde (7), welche in horizontalen Schichten in

Fig. 441.



VI. System des Thüringerwaldes.

Meeren und Golfen abgelagert wurden, zeigen nicht nur die Begränzungen der verschiedenen Hebungssysteme, von welchen schon die Rede war, sondern auch diejenigen eines besonderen Systemes, welches von West 40° Nord, nach Ost 40° Süd streicht. In diesem Systeme zeigen sich die Schichten des bunten Sandsteines, des Muschelkalkes und des Keupers (6) sowie alle älteren Formationen aufgerichtet und verworfen, während die jurassischen Gebilde sich in horizontaler Ablagerung bis zum Fuße der Gehänge und über die Schichtenköpfe der erhobenen Gebilde hinlagern. Die Hebung dieses Systemes muß demnach zwischen der Ablagerung des Keupers und derjenigen der unteren Liassandsteine stattgefunden haben, und zwar plötzlich erfolgt und nur von geringer Dauer gewesen sein, weil an vielen Orten Keuper und Lias fast unmerklich in einander übergehen.

Wenn man eine gute geologische Karte von Deutschland betrachtet, so §. 1270.
erkennt man leicht die Existenz eines Systemes von Schichtenstörungen, welche alle von West 40° Nord, nach Ost 40° Süd streichen und alle Schichten bis zum Keuper inclusive durchbrochen haben. Der Thüringerwald und der zwischen Bayern und Böhmen gelegene Theil des Böhmerwaldes sind die höchsten Gebirge, welche dieser Hebung ihren Ursprung verdanken und die unregelmäßigen Ufer der Buchten bildeten, in welchen sich der Jura von Nord- und Mitteldeutschland ablagerte. Leopold von Buch schon hatte diese Gebirge unter dem Namen des Systemes vom nordöstlichen Deutschland unterschieden.

In Frankreich erkennt man wie in Deutschland die Spuren einer all- §. 1271.
gemeinen Faltung des Bodens, welche nur geringe Hügel erzeugt hat, die sich besser auf einer Karte darstellen als beschreiben lassen. Die untersten jurassischen Schichten, der Lias und die ihm zugehörige Arkose umgeben in Central-Frankreich zwischen Avallon und Autun einige längliche Hügel, die aus Granit und verbogenen Schichten von Steinkohle und Keuper zusammengesetzt sind, und von Nord 50° Ost, nach Süd 50° Ost streichen. Aehnliche Richtungen und Zusammensetzungen findet man in einer Reihe von Hügeln, die aus Serpentin, Porphyr, Granit und Schiefer zusammengesetzt sind und sich aus der Umgegend von Firmy im Departement des Aveyron bis gegen die Insel Ouessant erstrecken. Die allgemeine Richtung der Küsten der Vendée und der südwestlichen Bretagne wird von diesen Hügelreihen bedingt. An dem südöstlichen Ende sieht man namentlich in der Umgebung von Brives und Terrasson den bunten Sandstein bedeutend aufgerichtet und nach beiden Seiten hin von einer Reihe von Kämmen abfallend, die in der angegebenen Richtung streichen und an deren Fuße die jurassischen Gebilde in horizontaler Richtung sich anlagern, mit Ausnahme derjenigen Fälle, wo spätere Verwerfungen auf sie eingewirkt haben.

§. 1272. Leopold von Buch hatte schon bemerkt, daß dieselbe Richtung von Gebirgszügen sich in Griechenland deutlich ausgesprochen wiederfindet, und namentlich in der Insel Negropontis und in Attika sich wiedererkennen läßt. Das olympische System, wie man diese Gebirge genannt hat, besteht aus ungeschichteten Gesteinen und älteren Schiefern, welche Kämme bilden, an deren Fuß die unteren Schichten der Kreideformation abgelagert wurden. Da indessen die jurassischen Gebilde hier fehlen, so entgeht uns das nähere Kriterium zur genaueren Feststellung der Epoche der Hebung.

§. 1273. Das Hebungssystem des Thüringerwaldes hatte den bedeutendsten Einfluß auf die geographische Conformation der Erde, indem nicht nur einerseits bedeutende Strecken festen Landes, wenn auch nur zu geringer Höhe, über den Meeresspiegel erhoben wurden, sondern auch andererseits große Strecken schön gehobenen Landes von Neuem unter den Wasserspiegel versenkt wurden. Die Uferlinien der jurassischen Gebilde lassen sich ihres jüngeren Alters wegen weit genauer feststellen, als diejenigen älterer Formationen, und die beiliegende, von Elie de Beaumont entworfene Karte des Jurameeres zeigt deshalb bedeutende Verschiedenheiten von der früher gegebenen Karte der Kohlenperiode. (S. Taf. X. Fig. 442.)

§. 1274. Das Festland, welches die scandinavische Halbinsel bildete, hat sich noch einigermaßen vergrößert, und nur eine kleine jurassische Bucht an der südlichen Spitze derselben sowie an den dänischen Inseln läßt darauf schließen, daß das Jurameer den ganzen Raum von Norddeutschland und der Nord- und Ostsee einnahm, welcher nur jetzt durch das Meer und spätere Ablagerungen verdeckt ist. Ein großes Festland erstreckte sich durch Mitteldeutschland und die angränzenden Länder von Dünkirchen einerseits bis in die Nähe von Krakau, und von der Umgebung von Hannover und Göttingen bis gegen Wien, Zürich und Basel. Die Ufer dieses Festlandes konnten im Norden mit Sicherheit nur im Hannöverischen festgestellt werden. Dort bei Hannover und Göttingen zeigten sich mehre tief eingeschnittene Buchten, in welchen die Schichten des norddeutschen Jura sich ablagerten. Ein Meeresarm mit genau bestimmbaren Ufern verband im Osten das norddeutsche Jurameer mit dem südlichen Meere. Krakau würde an die Ausmündungsstelle dieses Armes in das Südmeer zu liegen kommen. Von Krakau bis gegen Wien und weiter östlich hin lassen sich die Ufer des mitteldeutschen Festlandes nicht genau bestimmen. Mehr westlich aber zeigt sich ein langer schmaler Golf, welcher über Regensburg in nordwestlicher Richtung tief in das Festland eindringt. Ein zweiter solcher Golf, der elsässische, dringt über Basel bis gegen Straßburg hin vor und nach Westen hin läuft die Gränze des mitteldeutschen jurassischen Festlandes in sanfter Krümmung über Metz und Arras nach Dünkirchen hin.

§. 1275. Das Ufer des Jurameeres im Westen läßt sich in Großbritannien und

Frankreich mit großer Genauigkeit feststellen. Die ganze westliche Hälfte von Schottland, England und Irland, sowie die Bretagne, bilden ein zusammenhängendes Festland, welches namentlich bei Liverpool und Bristol einige tief eingeschnittene Buchten zeigt. Die westliche Gränze dieses Festlandes läßt sich der heutigen Ausdehnung des Meeres halber nicht genauer bestimmen.

Ein anderes Inselland von geringerer Ausdehnung wird im Süden §. 1276.
Frankreichs von dem granitischen Centralkerne dieses Landes gebildet, der bei Rhodez durch eine äußerst schmale Landenge mit dem Festlande der Nordpyrenäen zusammenhängt. Zahlreiche Buchten geben diesem Landstriche eine sehr verwickelte Gestalt. Sein früherer Zusammenhang mit dem Festlande der Bretagne ist durch einen Meeresarm durchbrochen, in dessen Mitte Poitiers liegen würde.

Die Bergkette des Departement du Var sowie der Centralkern von Corsica bildeten zwei kleine Inseln, deren Ufer nicht genauer bestimmt werden können.

Man sieht aus dieser Darstellung, daß das ganze südliche Deutschland, die §. 1277.
Schweiz und Italien von einem großen Meere bedeckt waren, das nach Nordwesten hin sich über Nord-Frankreich und das westliche England erstreckte. Mit einem weniger genau bestimmbaren nördlichen Meere stand dieses Gewässer außerdem noch durch einen schmalen in Nordost gelegenen Meeresarm in Verbindung. Ein anderer Meeresarm bedingte in südwestlicher Richtung die Verbindung dieses centralen jurassischen Meeres mit einem südwestlichen Ocean, von welchem indeß nur wenig ausgedehnte Spuren nachgewiesen werden können. Die Häufigkeit schmaler, tief eingeschnittener Buchten, sogenannter Fiorde, welche sich in das Innere des Landes erstreckten, giebt näheren Aufschluß über die Beschaffenheit so mancher jurassischen Schichten in diesen Gegenden.

Die vorliegende Karte des Jurameeres zeigt nur im Allgemeinen die §. 1278.
Ausdehnung desselben, ohne Rücksicht auf die einzelnen Formationen zu nehmen, welche sich in dem Jura unterscheiden lassen. Um indeß zu zeizeigen, mit welcher Genauigkeit auch an beschränkten Localitäten die Ufer der einzelnen Formationen sowie die Beschaffenheit derselben ermittelt werden können, sobald man sich nicht nur der geologischen Thatsachen, sondern auch palaeontologischer Anhaltspunkte bedient, geben wir beiliegend eine Karte des Jura in der nördlichen Schweiz, auf welcher von Greßly die verschiedenen Uferlinien der einzelnen jurassischen Formationen verzeichnet sind. (S. Taf. XI. Fig. 443.)

Man sieht auf dieser Karte vorzüglich die Umgebungen jenes Golfes, §. 1279.
welcher zwischen den vorspringenden Gebirgszügen der Vogesen und des Schwarzwaldes nach Norden sich erstreckt und oben der elsässische Golf ge-

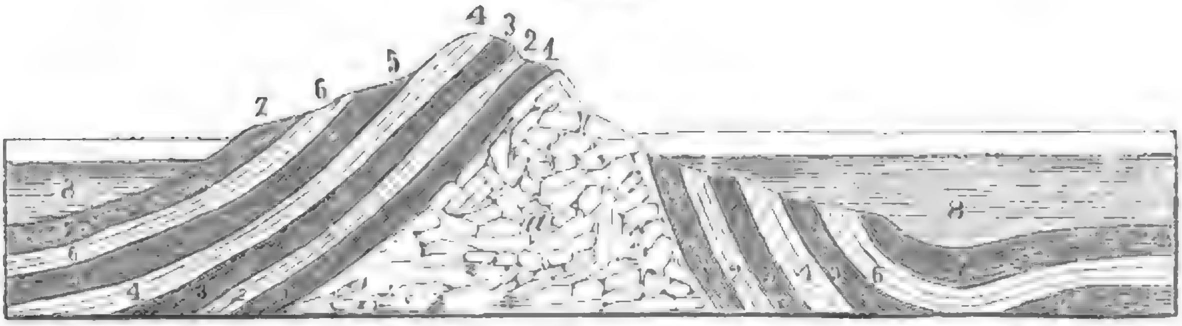
nannt wurde. Es zeigt sich auf den ersten Blick, daß das Jurameer um so mehr an Ausdehnung abnahm, als sich jüngere Glieder dieser Formation absetzten. Da sich keine Spuren zeigen, daß plötzliche bedeutendere Hebungen zwischen dem Absatze der einzelnen Glieder eingetreten wären, so ist es vielmehr wahrscheinlich, daß dieser allmähliche Rückzug der Gewässer entweder durch die Ausfüllung der Buchten mittelst abgesetzter Schichten oder auch durch ein langsames Emporsteigen des Festlandes, vielleicht auch durch beide Momente zugleich bedingt worden sei. Man sieht, daß die Uferlinien des Lias überall sich genau an das feste Land anlegen, und in dem rheinischen Golfe bis gegen Karlsruhe hin vordringen. Nördlich von Bruchsal existirte sogar noch ein abgeschlossener Liassee, welcher vielleicht mit der äußersten Spitze des Golfes in Zusammenhang stand, auf der Karte aber nicht gezeichnet werden konnte aus Mangel an Raum. Die Uferlinie des unteren Oolithes findet sich überall im Norden in einiger Entfernung hinter derjenigen des Lias, im Westen an dem Festlande von Mittel-Frankreich lehnt sie sich unmittelbar an dieses an, ohne daß der Lias irgendwie zum Vorschein käme, während er weiter im Westen doch wieder hervortritt. Vielleicht könnte diese Thatsache es wahrscheinlich machen, daß die Senkung, welche Mittel-Frankreich vor dem Entstehen des Jurameeres erlitt, auch noch während der Liasperiode sich an einigen Orten fortsetzte, so daß das Oolithmeer dort einen größeren Umfang hatte, als das Liasmeer. Noch bedeutender zeigt sich der Rückzug der Gewässer während der Epoche des Absatzes der oberen Juragebilde, deren Begränzung von dem Oxfordmergel an durch die dritte Uferlinie angedeutet ist. Der rheinische Golf bietet zu dieser Zeit nur noch eine geringe breite Bucht dar, während der Golf von Autun und von Macon noch immer als Fiord existirt. Eine Vergleichung dieser Karte mit Figur 182 auf Seite 288 des I. Bandes, welche die Ausdehnung des Jura in Deutschland, der Schweiz und Ost-Frankreich zeigt, sowie sie sich jetzt auf der Oberfläche darstellt, wird leicht erkennen lassen, in welcher Weise man die vorhandenen Thatsachen benutzen müsse, um daraus die alten Zustände zu restauriren.

VII. System des Erzgebirges.

§. 1280. Eine Menge von Thatsachen vereinigt sich, um nachzuweisen, daß zwischen der Ablagerung der letzten Juragebilde (7) und der unteren Glieder der Kreideformation (8) eine bedeutende Veränderung der Verhältnisse zwischen Meer und Festland statthatte. Daß diese Veränderung äußerst bedeutend war, lehrt schon der erste vergleichende Blick auf eine Karte des unteren Kreidemeeres, die wir in der Folge geben. Die

Bewegung selbst trat plötzlich ein; — denn an vielen Orten finden sich allmähliche Uebergänge zwischen den oberen Juraschichten und den unteren

Fig. 444.



VII. System des Erzgebirges.

Kreidegebilden, ein Beweis, daß an diesen Punkten die Bewohner des Meeres sich änderten, ohne daß der Absatz der Sedimente einen Augenblick aufgehoben gewesen wäre.

Diese plötzliche Veränderung bedingte die Erhebung einer Menge von §. 1281.
Hügelketten, welche alle von West 40° Süd, nach Ost 40° Nord streichen und unter welchen besonders das Erzgebirge, die Côte d'Or in Burgund, der Mont Pilas in Forez, die Cevennen und die Plateau's von Larsac in Süd-Frankreich hervorzuheben sind. Diese Hügelketten erstrecken sich demnach von den Ufern der Elbe bis zu denjenigen der Dordogne fast ununterbrochen fort. Ueberall in ganz Frankreich, in den Departementen der Dordogne und der Charente, im Nivernais, in Burgund, Lothringen und Elsaß zeigen sich die Juragebilde nach den angegebenen Richtungen erhoben. Die Côte d'Or, mitten in dem Lande gelegen, von welchem wir reden, gehört zu einer Reihe von Wellenbiegungen, die sich zuerst in dem Departement der oberen Saône zeigen und von da aus durch das ganze Gebirge des Jura fortsetzen, indem sie Längsthäler hervorbringen, unter welchen die Schichten sich einbiegen, um auf der anderen Seite emporzusteigen, und so Kämme und lange Rücken zu bilden, welche die Längsthäler von einander trennen. Der Grund vieler dieser Längsthäler, sowie die Ränder der äußersten Wälle sind sehr häufig von Schichten überlagert, welche offenbar der älteren Kreide angehören. An den meisten Orten sind zwar diese Kreideschichten selbst wieder durch spätere Hebungen in ihrer ursprünglichen Horizontalität gestört worden; — da sie aber die Thäler nur bis zu einer gewissen Höhe ausfüllen und nie bis zu den Gipfeln der jurassischen Kämme hinansteigen, so müssen diese Kämme nothwendig vor dem Absatze dieser Schichten gehoben gewesen sein und in der Mitte des Kreidemeeres Inseln, Halbinseln und Landzungen gebildet haben, deren Fuß das Kreidemeer umspülte. An dem Fuße des Erzgebirges zeigen die Schichten des Quadersandsteines und des Plänerkalkes, welche offenbar

der unteren Kreide angehören, und deren Abstürze die Felsenpartien der sächsischen Schweiz bilden, eine durchaus horizontale Schichtung, und wurden demnach erst nach der Hebung des sächsischen Erzgebirges abgesetzt.

§. 1282. Aus den angeführten Thatsachen ist natürlich der Schluß zu ziehen, daß nach den früher angeführten Hebungssystemen und nach der Beendigung der Juraperiode eine neue Hebung eintrat, welche auf die Gestaltung des Festlandes den bedeutendsten Einfluß übte. Die Richtung dieser Hebung wurde oben angegeben. Man bemerkt indeß hie und da Abweichungen, indem die Risse in ältere Systeme überspringen und sich in der Richtung derselben fortpflanzen. So sieht man in Süden der Côte d'Or, in der oberen Saône und in den Departements der Saône und Loire eine große Zahl von Rissen aus der Epoche, die wir eben behandeln, welche nach dem Rheinsysteme verlaufen.

§. 1283. Die beiliegende von Elie de Beaumont entworfene Karte (s. Taf. XII. Fig. 445) zeigt auf den ersten Blick die bedeutende Aenderung des Festlandes, welche das Hebungssystem des Erzgebirges hervorbrachte. Die drei Inseln von Mitteldeutschland, Großbritannien mit West-Frankreich und Süd-Frankreich, welche von dem Jurameer allseitig umspült und durch Meeresarme von einander getrennt waren, sind nun mit einander vereinigt und bilden ein großes Festland, das einen weiten nach Norden offenen Bogen darstellt. Im Bereiche von Großbritannien selbst hat sich das Festland durch den Rückzug des Meeres auf der östlichen Seite vermehrt. Die Uferlinie, welche früher an Liverpool und Exeter hinstreifte, hat sich nun bis gegen Cambridge vorgeschoben. Sie geht weiter über Cherbourg, Angers bis nach Poitiers und bildet so einen weiten Golf, der Nord-Frankreich und das nördliche Belgien unter Wasser setzt. Der jurassische Meeresarm von Poitiers ist trocken gelegt und die Uferlinie biegt hier in weiter Entfernung von den Vogesen nach Metz und Brüssel hin um. Die nördliche Gränze des Festlandes zieht südlich von Mästricht gegen Hannover und weiter bis gen Krakau hin, ein buchtiges Gestade bildend, von welchem aus ein bedeutender Fiord Sachsen und Böhmen erfüllte.

Von Krakau aus, über welches hin das Kreidemeer sich weit nach Osten dehnt, bildet das Gestade des Festlandes einen sanften Bogen, der nördlich von Wien und München an Basel und Genf vorbei sich bis nach Carcassonne hin erstreckt. Dort geht das Ufer von Neuem nach Norden und begränzt die Cevennen und den südlichen Theil der bretagnischen Halbinsel. Eine lange schmale Insel erstreckt sich von Salzburg bis über Briançon hinaus, sie ist durch einen langen Meeresarm, welcher Bayern und die nördliche Schweiz erfüllt, von dem festen Lande getrennt, und bezeichnet jetzt schon den künftigen Platz der Alpen. Einige kleinere

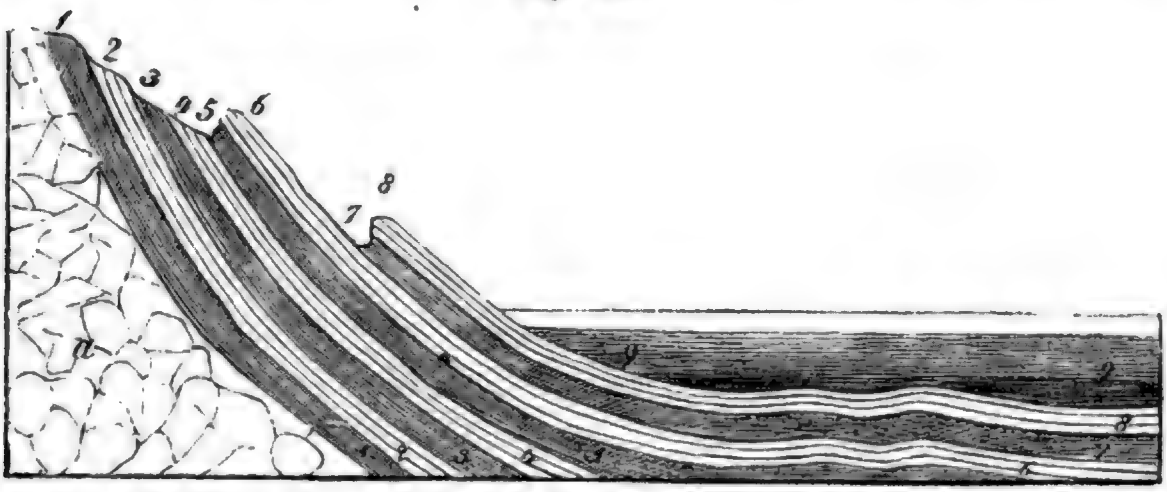
Inseln finden sich in den südlichen Pyrenäen, sowie bei Marseille und Toulon und der Insel Corsica.

Man sieht aus dieser Darstellung, daß das Kreidemeer durch das Festland und die Inseln in ein nördliches und südliches getheilt war. Das nördliche Kreidemeer bedeckte den östlichen Theil von England, das nördliche Frankreich, Belgien, Holland, Norddeutschland, die dänischen Inseln bis nach Polen und Curland hinein; — das südliche Kreidemeer bedeckte Italien, Kärnthen, Krain bis nach Ungarn, gen Osten hin, ferner die Schweiz, das südliche Frankreich zum großen Theil und den Norden von Spanien. An den meisten Orten werden die Ufer dieses Kreidemeeres durch die erhobenen Juraschichten gebildet. Nur an einigen Stellen, wie namentlich zur Bildung des sächsisch-böhmischen Golfes, fanden Versenkungen Statt. §. 1184.

VIII. System des Mont Viso.

Die französischen Alpen des Dauphiné, namentlich die Umgebungen des Mont Viso und die ganze Erstreckung von Nizza bis nach Lons-le-Saulnier hin zeigen eine Reihe von Verwerfungen, welche von Nordwest nach Südost streichen, und in welchen die Gebilde der unteren Kreideformationen (8), Fig. 446, nebst den Juraschichten (7) erhoben und in ihrer §. 1185.

Fig. 446.



VII. System des Mont Viso.

Horizontalität gestört sind. Die Pyramide von Urgebirgsarten, welche den Mont Viso bildet, wird von ungeheueren Verwerfungen durchsetzt, die ihrer Richtung nach diesem Hebungssysteme angehören. An dem Fuße der östlichen Kämme von Devoluy, die durch aufgerichtete Schichten der unteren Kreide gebildet werden, sieht man namentlich in der Nähe des Col de Bayard die Schichten des Nummulitenkalkes (9) in horizontaler Lagerung. Weiter nach Westen hin zeigen sich zahlreiche Brüche und Kämme, welche durch die aufgerichteten Schichten der unteren Kreide gebildet sind,

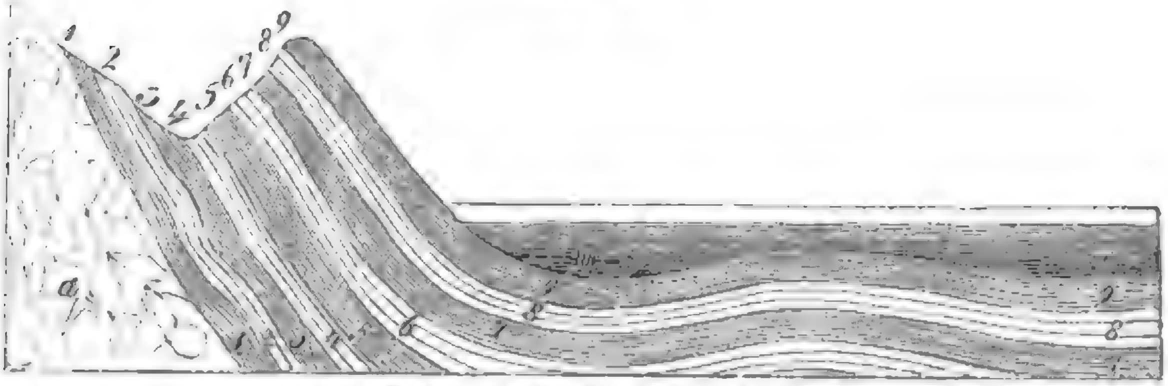
und sich von der Insel Noirmoutiers in der Vendée bis nach Valencia hin verfolgen lassen. Aehnliche Kämme zeigen sich in den Pyrenäen bei Orthes und in Spanien bei Burgos. In Griechenland zeigt sich der Pindus als der Mittelpunkt einer Gebirgskette, welche ganz in der gleichen Richtung streicht, und in welcher die jüngsten aufgerichteten Schichten ebenfalls der unteren Kreide angehören.

§. 1286. Es ergiebt sich aus diesen Beobachtungen, daß der Absatz des Nummulitenkalkes und der zu ihm gehörenden Schichten (9) durch ein Hebungssystem von den übrigen Kreideablagerungen getrennt wurde. Indessen scheinen diese Hebungen hauptsächlich nur die südwestlichen Ufer des Kreidemeeres einigermaßen bedeutend verändert zu haben. Die Uferlinien selbst sind um so schwerer zu bestimmen, als gerade diejenigen Gegenden, in welchen sie sich finden müssen, auf das Bedeutendste durch die spätere Hebung afficirt wurden.

IX. System der Pyrenäen.

§. 1287. Der Mangel an Zusammenhang, welcher sich in der Reihe der geschichteten Gesteine zwischen der Kreide und den Tertiärbildungen zeigt, ist allgemein anerkannt; nirgends aber so deutlich und klar ausgesprochen, als an dem Fuße der Pyrenäen. Die Tertiärschichten (10), Fig. 447, nament-

Fig. 447.



IX. System der Pyrenäen.

lich der Grobkalk von Bordeaux und Dax erstrecken sich in horizontaler Lagerung bis an den Fuß des Gebirges, in dessen Zusammensetzung sie durchaus nicht eingehen. Die Kreideschichten im Gegentheil bis zum Nummulitenkalke (9) inclusive erheben sich an den Gehängen der Pyrenäen bis zu bedeutender Höhe. und an manchen Orten selbst bis zum Gipfel der Kämme. Es folgt daraus, daß die Hauptzüge des Reliefs der Pyrenäen diesen durch eine Hebung gegeben wurden, welche unmittelbar nach dem Absatze des Nummulitenkalkes stattfand, und die Bildung jener Becken zur

Folge hatte, in welcher die älteren Tertiärgebilde in horizontaler Richtung sich ablagerten.

Die Pyrenäen bilden auf jeder Karte, welche das Relief des Bodens mit Genauigkeit wieder giebt, ein nach allen Seiten hin isolirtes System paralleler kleineren Ketten, welche sich vom Cap Ortegal in Gallicien bis zum Cap Creuß in Catalonien erstrecken, und von West 18° Nord, nach Ost 18° Süd streichen. Alle die einzelnen Kettenglieder, in welche die Pyrenäen im Großen zerlegt werden können, haben das mit einander gemein, daß sie in gleicher Richtung streichen, und daß an ihrem Fuße die Tertiärschichten horizontal angelagert sind. Gleiche Zusammensetzung und gleiche Streichungslinie zeigt sich auch in den Hügelketten der Provence. §. 1288.

Die bedeutendsten Kettenglieder der Apenninen zeigen genau dieselben Eigenthümlichkeiten, wie die eben beschriebenen. Der Boden des mittleren und südlichen Italiens sowie Siciliens zeigt in seinen verschiedenen Unebenheiten vier Hauptrichtungen, von welchen eine und zwar diejenige, welche bie bedeutendsten Bergketten hervorgebracht hat, dem System der Pyrenäen parallel läuft. Man erkennt diese Richtung überall im Laufe der Apenninen, besonders zwischen Modena und Florenz, sowie in den Umgebungen von Rom und Benevento. Die meisten dieser Gebirge sind aus erhobenen Schichten älterer und neuerer Kreidegebilde zusammengesetzt und von Tertiärschichten umgeben, deren horizontale Richtung nur dann gestört wird, wenn jüngere Hebungen sie betroffen haben. §. 1289.

Dieselbe Richtung und ähnliche Zusammensetzung der Ketten findet sich auch in den Julier Alpen, in Croatien, Dalmatien, Bosnien und Griechenland. Im letzteren Lande sind die Ketten, welche diesem Hebungssysteme angehören, mit dem Namen des achäischen Systemes belegt worden. §. 1290.

In der Kette der Karpathen sowie im nördlichen Deutschland finden sich ebenfalls Höhenzüge dieses Systemes. Der Hauptlängsrücken des Harzes, die Hügelketten Westphalens, welche dem Teutsburgerwalde parallel laufen, zeigen überall die ganze Schichtenfolge der Kreide gehoben, und wo in Norddeutschland Tertiärgebilde vorkommen, da finden sie sich in vereinzelten Flecken in der Tiefe der Thäler und zwar in horizontaler Lagerung. §. 1291.

Im Norden von Frankreich wurde das Pays de Bray, sowie das Bas-Boulonais, im südlichen England die Gegenden der Wealds, die Graffschaften Surrey, Sussex und Kent in Form von Kreidehügeln erhoben, die unmittelbar vor dem Absatz der ersten Tertiärschichten über die Gewässer emportauchten. Alle diese Kreidehügel zeigen im Allgemeinen parallele Streichungsrichtungen mit den Pyrenäen, aber im Einzelnen mehrfache Brechungslinien, welche in ältere Hebungssysteme umschlagen. Im Süden des Departements von Maine und Loire zeigt sich eine kleine Hügelkette, die sich von Montreuil-Bellay nach Concourson erstreckt. Die- §. 1292.

ser Kamm ist aus Uebergangsgebilden, Jura und Kreideschichten gebildet, und offenbar in ziemlich moderner Zeit entstanden, jedoch weist Alles darauf hin, daß er vor dem Absatz der Faluns, und selbst des Grobkalkes von Machecaul erhoben sei.

§. 1293. Die Erschütterung, welche der Boden Europa's durch die Erhebung der Pyrenäen erfuhr, war stärker als alle vorhergehenden Hebungen und wird nur durch die Erhebung der Alpen vielleicht übertroffen. In dem langen Zeitraume, welcher zwischen der Hebung der Pyrenäen und derjenigen der Westalpen verfloß, zeigten sich nur äußerst geringe Hebungen, welche keinen bedeutenden Einfluß auf die Gestalt der Oberfläche ausübten. Die Hebung der Pyrenäen war es also, welche die Form der ersten Tertiärbecken bedingte, und man kann in der That bemerken, daß eine wellenförmige Linie, welche man aus der Nähe von London bis zur Mündung der Donau zöge, die südliche Gränze eines weiten platten Landes bilden würde, welches überall von neueren Gebilden überdeckt ist. Diese Linie, die im Ganzen der Streichungsrichtung des Pyrenäensystemes parallel läuft, scheint somit die Uferlinie eines weiten Meeres zu bilden, welches in der Tertiärzeit einen großen Theil des europäischen Bodens bedeckte, und welches gegen Süden hin durch ein Festland begränzt wurde, das durch mehre Meeresarme durchschnitten war, und auf welchem die Pyrenäen den höchsten Gebirgskamm bildeten.

§. 1294. Die Flecken von einzelnen Tertiärschichten, welche sich in den Vertiefungen des Festlandes bildeten, sind oft nach Streichungslinien abgelagert, welche unserem Systeme parallel laufen. Da indeß dieses Festland auch andere Vertiefungen darbot, welche nach anderen Richtungen orientirt waren, so bildeten sich begreiflicher Weise auch Tertiärlager, welche jenen älteren Streichungslinien parallel laufen. Aus diesem Grunde erkennt man die Richtung des Pyrenäensystemes nur in einem Theile der Umrisse des Tertiärbeckens von Paris und Lodon und namentlich in der Richtung der beiden Kreideinseln, welche aus diesem Tertiärbecken auftauchen.

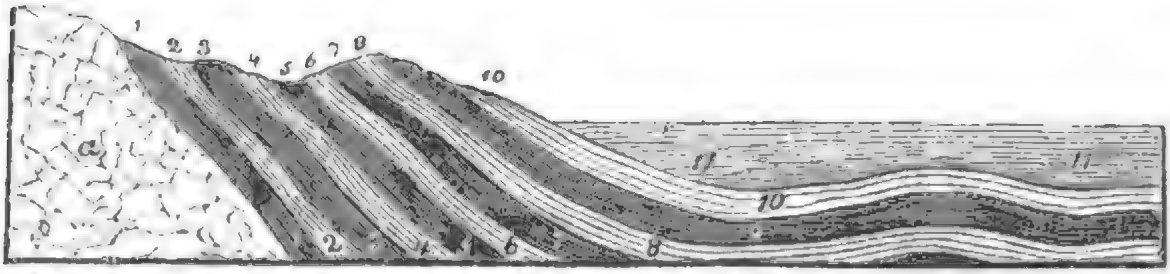
§. 1295. Auf der beiliegenden Karte (s. Taf. XIII. Fig. 448) hat Elie de Beaumont die Tertiärbecken verzeichnet, in welchen sich die dem Pariser Grobkalk entsprechenden Gebilde ablagerten. Es zeigen sich hier hauptsächlich nur zwei große Becken; — ein gemeinsames, welches die Tertiärgebilde von London und Paris ablagerte und aus welchem die beiden Inseln der Wealds und des Pays de Bray hervorragten und ein zweites Becken, vielleicht nur eine Art Golf, das die Umgegend von Bordeaux einnimmt. Außer diesen Gegenden finden sich bekanntlich nur noch höchst wenige zerstreute Spuren von älteren Tertiärgebilden in dem nördlichen Deutschland, im Mecklenburgischen, wo sich indeß die Uferlinie des älteren Tertiärmeeres durchaus nicht mit Sicherheit bestimmen läßt, jedenfalls aber nicht weiter in das Land hinein-

geht, als auf der Karte angezeigt ist. Es zeigt sich demnach, daß die Hebung der Pyrenäen schon den bei weitem größten Theil des europäischen Festlandes über das Wasser emporgebracht hatte, und daß die nächstfolgende Revolution hauptsächlich den Erfolg haben mußte, bedeutende Strecken des Festlandes wieder zu versenken, und so die Ablagerung der jüngeren Tertiärgebilde zu gestatten, welche eine weit größere Ausdehnung besitzen, als die Tertiärschichten der älteren Periode.

X. Das System von Corsica.

Die Tertiärschichten, (11) Fig. 449, bilden bei weitem kein zusammenhängendes Ganze, und es lassen sich mehre Abtheilungen darin unterscheiden, welche §. 1296.

Fig. 449.



X. Das System von Corsica

durch einzelne Hebungen von einander getrennt sind. Die Molasse bildet ohne Zweifel ein weit jüngeres Gebilde, als der Pariser Grobkalk, und in den Gebirgen, von welchen in diesem Abschnitte die Rede sein wird, läßt sich eine Hebung nachweisen, welche von Nord nach Süd geht.

Dieser Hebung gehören vor allen Dingen die Ketten an, welche die Hochthäler der Loire und des Allier umgeben. Die jüngeren Tertiärgebilde und Süßwasserschichten der Auvergne und der Loire sind nämlich in breiten Thälern abgelagert, welche diese Ketten trennen und von Nord nach Süd streichen. Die Vulcankette der Auvergne steht offenbar ebenfalls auf einer Spalte, welche in dieser Zeit gebildet wurde, und es ist sonach wahrscheinlich, daß wenigstens die erste Anlage der Kette der Puys bei Clermont aus dieser Hebungsepoche stammt, wenn gleich ihre Thätigkeit erst nachher erwachte und noch durch spätere Epochen hin sich fortpflanzte. §. 1297.

Das Rhonethal, welches von Lyon aus in gerader Linie von Nord nach Süd streicht, ist bis zu einem gewissen Niveau durch Tertiergebilde ausgefüllt, die der neueren Epoche angehören, und deren obere Schichten Moränen-Ursprungs sind, während die unteren offenbar von süßen Gewässern abgelagert wurden. Die Regelmäßigkeit dieser Schichten wurde §. 1298.

zwar durch die Hebung der alten Systeme in späterer Zeit bedeutend gestört. Indeß läßt sich aus ihrem Vorhandensein schon erkennen, daß das Rhonethal, welches zur Zeit der Bildung des Grobkalkes über dem Meeresniveau lag, durch die jetzige Hebung unter dasselbe gesenkt worden sein muß.

§. 1299. Die Inselgruppe von Corsica und Sardinien bietet ein von Nord nach Süd streichendes Gebirge dar, an dessen Fuße die neueren Tertiärgebilde in horizontalen Schichten abgelagert sind. Merkwürdiger Weise findet sich dieselbe Richtung in den Hebungen der Vulcane von Hessen, des Habichtswaldes, des Meißners und der Basaltberge bei Göttingen, welche offenbar in dieser Periode erfolgten. Die Hebung dieser Basaltgebirge hat in die Wirkungen des vorhergehenden Hebungssystemes störend eingegriffen und quer durch alle Ketten desselben eine Verschiebung und sattelförmige Erhebung veranlaßt, welche am Nordrande des Sollings beginnt und aus der Gegend von Bodenwerder an der Weser bis in die Ebene bei Hannover deutlich nachweisbar bleibt.

§. 1300. Im Allgemeinen sind indeß die Hebungen, welche dieses System veranlaßten, außerordentlich gering im Vergleiche zu den Senkungen des Festlandes, die es bewirkte. Es wurde oben nachgewiesen, daß das Hebungssystem der Pyrenäen fast das ganze europäische Festland trocken legte, indem es nur die wenigen Becken zurückließ, in welchen sich die unteren Tertiärgebilde absetzten. Die mittleren Tertiärgebilde, und mit ihnen die Molasse nehmen einen ungleich größeren Raum ein, und nicht nur das ganze nördliche europäische Festland, sondern auch die Schweiz, der größte Theil der Gascogne, das Rhonethal bis nach Lyon hin, und viele Localitäten von Italien wurden zu dieser Zeit unter Wasser gesetzt. An einigen Orten innerhalb der Becken von London, Paris und Bordeaux wurden die älteren Tertiärgebilde über den Spiegel des Wassers erhoben.

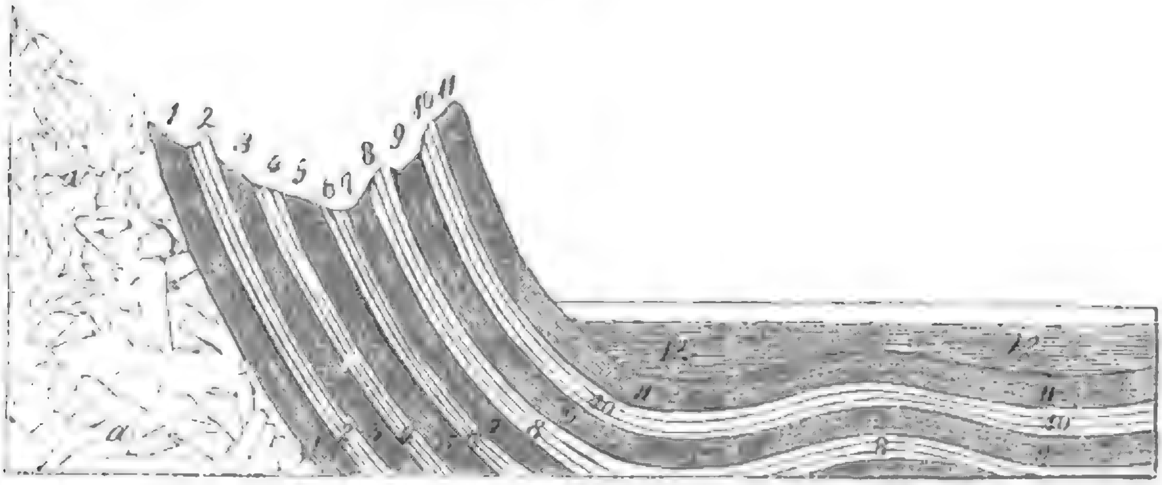
XI. System der Westalpen.

§. 1301. Man betrachtet gemeiniglich die Kette der Alpen als ein für sich abgeschlossenes Ganze, obgleich es leicht ist, zu erkennen, daß dieses weite Gebirge aus der Kreuzung mehrer unabhängiger Systeme hervorgegangen ist. Alle diese Systeme sind durch Alter und Richtung verschieden, und jedes spätere System hat das von dem früheren gegebene Relief bedeutend modificirt. Die Structur der Alpen erscheint demnach äußerst verwickelt, wenn man sie mit derjenigen einer Kette vergleicht, welche, wie die Pyrenäen zum Beispiel, durch eine einzige Haupthebung des Relief ihres Bodens erhalten hat.

§ 1302. In dem östlichen und südlichen Theile der Alpen erkennt man noch zahlreiche Kettenglieder, welche in der Richtung des Hebungssystemes der Pyrenäen streichen, und wie diese vor dem Absatze der unteren Tertiärge-

bilde erhoben wurden. In den Alpen der Provence und des Dauphiné zeichnen sich die Kettenglieder des Systemes vom Mont Viso, welche vor

Fig. 450.



XI. System der Westalpen.

der Ablagerung des Nummulitenkalkes erhoben wurden, unter diesen Ketten namentlich aus. In den Verbindungsketten der Alpen mit dem Jura erkennt man Spuren des Systemes von Corsica, welches vor der Ablagerung der Molasse gehoben wurde; — fast überall aber wurden diese älteren Verwerfungen durch neue Hebungen unkenntlich gemacht. Das Relief der höchsten Alpen, welche den Mont Blanc, den Monte Rosa und das Finsteraarhorn umgeben, geht vorzüglich aus der Kreuzung zweier dieser neueren Systeme hervor, welche sich unter einem Winkel von 45—50° schneiden. In Folge dieser eigenthümlichen Kreuzung bilden die Alpen in der Gegend des Mont Blanc einen Winkel, der ziemlich bedeutend ist. Denn während sie im Osten, von Oesterreich bis zum Wallis hin, von Ost 16° Nord, nach West 16° Süd streichen, drehen sie im Westen plötzlich um, und erhalten eine Richtung von Süd 26° West, nach Nord 26° Ost. Wäre diese Umdrehung nur das einfache Resultat einer Biegung der Hebungslinie, so müßten die Streichungslinien der Schichten und Kämme durch allmähliche Umbiegung aus einem System in das andere übergehen. Statt dessen sieht man Schichten und Kämme deutlich bald an das eine, bald an das andere System sich anschließen, und beide Systeme einander sich so durchdringen, wie sie thun müssen, wenn sie wirklich Resultate unabhängiger Ursachen sind. Diese Kreuzung hat denn auch öfter eine eigenthümliche Erscheinung hervorgebracht, bei welcher wir einen Augenblick verweilen müssen.

Die Mineralquellen des nördlichen Deutschlandes entspringen meist in §. 1303.
kreisförmigen Erhebungsthälern, welche sich an dem Kreuzungspunkte verschiedener Hebungsrichtungen finden. Aehnliche kreisförmige Thäler zeigen sich auch in den Alpen auf den Kreuzungspunkten der beiden großen Hebungs-

richtungen. Beispiele solcher Amphitheater sind der Circus von Bad Leuk, den die bekannten Abstürze der Gemmi umgeben, der Circus von Derbarens, über welchem sich die Schneegipfel der Diablerets erheben, und endlich das große Kreisthal, in dessen Mitte der Mont Blanc sich aufthürmt, gerade auf dem Kreuzungspunkte der beiden Hauptketten der Alpen, derjenigen, welche das Wallis von dem Thal von Aosta trennt, und der südlichen Kette, welche sich von dem Taillefer in den Oisans bis zu der Spitze vor Ornex oberhalb Martigny erstreckt. Die Abstürze des Buet, der Montagne des Fis, des Cramont ꝛc. gehören zu diesem weiten Amphitheater, in dessen Mitte die Masse des Mont Blanc sich erhebt.

§. 1304. Das geringe Alter der Alpen in ihrer jetzigen Gestalt ist sicherlich von allen Geologen anerkannt. Sobald man einmal eingesehen hatte, daß diejenigen Schichten der Alpen, welche die größten Verwerfungen zeigten, relativ sehr jungen Gebilden angehörten, so verlor der Name Protogin, welchen man der anstehenden Gebirgsart des Mont Blanc gegeben hatte, seine ursprüngliche Bedeutung. Man erkennt in dem großen Gebirgsganzen, welchem der Mont Blanc als Axe dient, namentlich in der allmählichen Erhebung jener dünnen versteinerungsreichen Kreideschicht, die von Thonne bis zum Kamme der Fis hinansteigt, in der Gegenwart von Cerithien auf der Höhe der Diablerets, in den Nagelfluegipfeln des Rigi und so vieler anderer Vorgebirge der Alpen die Spuren einer ungeheuren Hebung, welche alle vorigen weit an Größe übertroffen hat.

§. 1305. Die Alpen unterscheiden sich durch diese Eigenthümlichkeiten ihrer Structur ungemein von den Gebirgsketten in ihrer Umgebung. Die Schichten der Muschel-Molasse, welche überall in der Nähe der Alpen steil aufgerichtet und sogar übergekippt sind, lagern sich in horizontaler Schichtung bei Lyon auf die Urgesteine des Forez auf. Die Kreide- und Tertiärgebilde, welche in horizontaler Richtung den Fuß des Böhmerwaldes umgeben, erheben sich auf dem südlichen Ufer der Donau, sobald sie in das Gebiet der Alpen eintreten.

§. 1306. In den westlichen Alpen und zwar namentlich in Savoyen und dem Dauphiné zeigt sich als Hauptstreichungsrichtung die Direction Nord 26° Ost, nach Süd 26° West. Das Ueberwiegen dieser Streichungslinie in den angeführten Gebirgsgegenden ist schon längst von Saussure hervorgehoben worden und man hat daraus mit Recht geschlossen, daß die Aufrichtung der Schichten, welche jener Streichungslinie folgen, in einer und derselben Zeit geschehen sei. Die Epoche dieser Hebung ist leicht zu bestimmen. Man braucht zu diesem Endzwecke nur zu untersuchen, welche Formationen aufgerichtet sind und welche Ablagerungen im Gegentheil in horizontaler Schichtung verblieben sind.

§. 1307. Man findet im Inneren der Gebirgsstöcke der westlichen Alpen keine

jüngeren Gebirgsmassen als die Kreide, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil diese Gegend schon durch die Hebung des Mont Viso, später aber durch diejenige der Pyrenäen in Gestalt einer Bergkette über das Niveau des Meeres emporgestiegen war. Aber an den Ufern dieser Kette sowie an den beiden Endpunkten des von den Westalpen eingenommenen Raumes sieht man leicht, daß die Verwerfungen, welche die Gestalt der Kette bedingten, sich bis in die Muschel-Molasse und die mittleren Tertiärgebilde fortsetzten. Die Hebung des Systemes der Westalpen hat demnach erst nach der Ablagerung der mittleren Tertiärgebilde stattgefunden.

Die Schichten der Muschel-Molasse sind aufgerichtet einerseits in dem §. 1308. Hügel der Superga bei Turin, sowie andererseits in den Bergen der Grande Chartreuse bei Grenoble. Dieses letztere Beispiel ist namentlich deshalb sehr ausgezeichnet, weil dieselben Molasseschichten, welche sich in der Nähe der Alpen vertical in die Höhe richten, weiterhin in horizontaler Schichtung an den Fuß der Granitberge des Forez sich anlehnen. Die Gestalt der abgerundeten Berge des Forez und der ausgezackten Gipfel der Alpen ist demnach nicht weniger verschieden, als das Alter ihrer Bildung.

An den beiden Endpunkten der gewaltigen alpinischen Runzeln zeigt sich §. 1309. die Muschel-Molasse ebenfalls in paralleler Richtung aufgerichtet, so namentlich in der Schweiz, im Entlibuch und in der Provence längs des Thales der Durance. Merkwürdiger Weise findet sich sogar, daß die mittleren Richtungen der beiden angeführten Gruppen fast mathematisch genau in derselben geraden Linie liegen, und daß die Verlängerung dieser Linie einerseits den Basaltkegel von Hohentwiel, andererseits die kleine Insel Riou trifft, welche die Spitze des vorspringenden Winkels bildet, der sich an der Küste des mittelländischen Meeres zwischen Marseille und Cassis zeigt. Dieselbe Linie durchschneidet die Alpen mitten zwischen dem Mont Blanc und dem Monte Rosa und läuft parallel mit den ungeheuren Abstürzen, welche diese beiden kolossalen Gebirgsstöcke einander zuwenden. Dieselbe Linie bezeichnet auch ungefähr die westliche Gränze der Serpentinmassen in den Alpen. Die beiden Endpunkte dieser Linie Hohentwiel und Riou zeigen Spuren älterer Hebungen; — die Insel Riou streicht in der Richtung des Systemes der Pyrenäen, Hohentwiel ist mit den übrigen vulcanischen Kegeln des Hennegau's, nach dem Systeme des Mont Viso alignirt.

Die Alpen sind nicht der einzige Theil des südlichen Europa's, in wel- §. 1310. chem die mittleren Tertiärgebilde durch Hebungen nach der angegebenen Richtung emporgerichtet sind. Man findet in der Umgebung von Narbonne den Anfang einer Reihe von Hebungen dieser Schichten, welche merklich in derselben Richtung laufen und die Gestalt der spanischen Küste bis zum Vorgebirge Gates bedingen. Die Bergkette von Marocco, welche

am Cap Tres-Forcas beginnt, scheint die Forsetzung dieser Hügellinie zu bilden. Calabrien, Sicilien und die Landschaft Tunis zeigen eine große Menge von Hügeln und Kämmen aus der gleichen Epoche.

§. 1311. Europa bot ohne Zweifel nach der Hebung der westlichen Alpen einen großen Continent dar, der nur an einigen Stellen und zwar weit entfernt von dem Mittelpunkt der Hebung marine Ablagerungen aufnahm. Die Hügel der Subapenninenformation, einige Theile von Sicilien und die Grafschaften Suffolk und Essex in England waren die einzigen Theile des heutigen Eusopa's, welche noch unter dem Spiegel des Meeres sich befanden. Im Innern des europäischen Continentes bildeten sich Süßwasserablagerungen in den Thälern der damaligen Flüsse und in einigen Süßwasserseen, welche durch die spätere Hebung der Ostalpen trocken gelegt wurden. Diese Seen waren etwa in ähnlicher Weise am Fuße der Gebirge vertheilt, wie die heutigen Seen der Schweiz und der Lombardei. Einige derselben hatten indeß eine weit bedeutendere Ausdehnung. Ein See dieser Art bedeckte den nordwestlichen ebenen Theil des Departements der Isère, sowie die Ebene der Bresse von Tullins und Voiron bis nach Dijon. Ein anderer See befand sich in dem Departement der Basses Alpes bei Digne, noch andere in dem Elsaß und bei Oeningen in der Nähe des Bodensee's. Die theilweise sehr mächtigen Ablagerungen, welche sich in diesen Seen bildeten, und deren horizontale Lager sich über die erhobenen Schichten der Muschel-Molasse erstrecken, sind meistens aus abwechselnden Schichten von Sand, Geröll und Thon oder Mergel zusammengesetzt. Sie gleichen also außerordentlich den Ablagerungen, welche sich noch im Inneren der Continente bilden, und bezeugen durch ihre Mächtigkeit, daß eine lange Periode der Ruhe während ihrer Bildung herrschte.

XII. System der Ostalpen.

§. 1312. Die Thäler der Isère, der Rhône, der Saône und der Durance sind von zweierlei verschiedenen Anschwemmungsbildungen erfüllt, welche sich deutlich von einander unterscheiden lassen, durch die Verschiedenheit ihrer Charaktere sowie ihrer Lagerung (s. Taf. XIV. Fig. 451). Die Gewässer, welche die Materialien der unteren Geröllbildung absetzten, scheinen in den Süßwasser-Seen, von denen vorhin die Rede war, sich angesammelt zu haben. Die Gerölle der letzteren Bildung hingegen gehören der äratischen Epoche an.

§. 1313. Wenn man die Alpen mit den sie umgebenden Gegenden im Allgemeinen überschaut, so erkennt man, daß die Kämme von Sainte Beaume, von Sainte-Victoire, Léberon und Ventoux im südlichen Frankreich, der Hauptkamm der Alpen von Wallis bis gegen Oesterreich hin, der weniger hohe Kamm, zu welchem der Pilatus und die beiden Mythen im Canton

Schwyz gehören, daß alle diese Züge Glieder eines Gebirgssystemes sind, die trotz ihrer äußeren Ungleichheit dennoch dadurch mit einander übereinkommen, daß sie gleiche Streichungslinien besitzen und sich in analoger Weise den Ostalpen gegenüber verhalten. Aus diesen Gründen schon wird es sehr wahrscheinlich, daß alle diese Gebirge zu der nämlichen Zeit entstanden sind und einer und derselben Hebung ihren Ursprung verdanken.

Man könnte vielleicht versucht sein, diese Gebirgszüge in zwei Gruppen §. 1314.
zu trennen, diejenige der Alpen und diejenige der Provence. Allein man muß diesen Gedanken aufgeben, sobald man erkennt, daß diese Lagerungsstörungen mit einer allgemeinen Bewegung zusammenhängen, durch welche der Boden Frankreichs eine doppelt geneigte Fläche erhalten hat. In der That steigt der Boden einerseits von Dijon und Bourges, andererseits von dem Ufer des mittelländischen Meeres nach dem Forez und der Auvergne hinan, und beide Gehänge bilden, indem sie sich begegnen, eine Art Scheidelinie, die genau in der Verlängerung der Hebungsrichtung der Ostalpen liegt. Diese Linie, welche sich so mehr oder minder deutlich von Ungarn bis zu der Auvergne verfolgen läßt, scheint in einem gewissen Verhältnisse zu jenen Anomalien der inneren Structur unseres Continentes zu stehen, auf welche die Pendelbeobachtungen und die Gradmessungen hindeuten. Wahrscheinlich hat die Bildung dieser Linie das Signal zur Aufrichtung der Erhebungskrater vom Cantal und Mont d'Or gegeben.

Die beiden entgegengesetzten Gehänge, von welchen so eben die Rede §. 1315.
war, wurden erst gebildet, nachdem die erwähnten älteren Anschwemmungen abgelagert waren; denn die Bresse und der nordwestliche Theil des Departements der Isère sind bedeutend von Nord nach Süd erhoben, und der Grund des See's bei Digne wurde noch bedeutender von Süd nach Nord emporgerichtet. Die älteren Anschwemmungen, welche über die Tertiärschichten, die von den Ostalpen aufgerichtet wurden, gelagert sind, wurden selbst wieder in der Nähe von Mézel in der Richtung der provençalischen Hügel und parallel mit der Hauptkette der Alpen emporgehoben.

Die erratischen Gesteine und Ablagerungen wurden nirgends durch die §. 1316.
Umwälzung des Bodens mitbetroffen. Sie wurden demnach erst nach der Hebung der erwähnten Schichten ausgestreut.

Die Umgebungen von Paris und ein Theil von Nord-Frankreich zeigen §. 1317.
Spuren einer älteren Anschwemmung, die bedeutende Gerölle enthält und offenbar in ihrer Horizontalität nicht weiter gestört wurde.

Die Oberfläche der Tertiärgebilde im Inneren von Frankreich steigt von den Ufern der Loire allmählich bis zu einer Linie an, welche durch Compiègne und Laon gehen, in ihrer Verlängerung das vulcanische Gebiet des Rheines treffen würde und mit der Hauptkette der Alpen ziemlich parallel läuft. In der Nähe dieser Linie zeigen sich die Tertiärgebilde an vie-

len Orten durch die Kreide erhoben, so daß diese letztere den Boden der Erhebungsthäler bildet, welche sich am Fuße der tertiären Abstürze finden und in welchen nur die ältere Anschwemmung eine Lagerung zeigt, die im Verhältnisse zu dem jetzigen Niveau steht.

§. 1318. Die Richtung der Ufer von der Spitze von Cornwallis bis nach Memel hin, die durch alle möglichen Formationen gebildet werden, streicht in paralleler Richtung mit den Ostalpen, und die große Höhe, bis zu welcher der Crag im Süden der Themsemündung emporsteigt, beweist, daß der Süden von England sowie der Norden von Frankreich in jener Zeit bedeutende Bewegungen erlitt.

§. 1319. Noch bedeutender waren die Erscheinungen, welche der Südwesten Frankreichs und Spaniens erlitt. Unzählige Ophithügel durchbrachen überall den Boden und erhoben um sich her alle Sedimentgesteine mit Inbegriff des Sandes der Landes, welcher den neuesten Tertiärgebilden angehört. Diese Ophithügel, deren Hebung durchaus unabhängig von derjenigen der Pyrenäen war, sind häufig in Reihen alignirt, welche alle den verschiedenen Spaltungsrichtungen folgen, die aus älteren Hebungen hervorgegangen waren. Betrachtet man sie aber in ihrer Gesammtheit, so bilden sie längliche Streifen, die von der Gascogne aus parallel mit der Richtung der neueren Spalten in der Provence nach Spanien hin eindringen. Dieses Land zeigt in der Richtung seiner Wasserscheiden und seiner größeren Flüsse deutlich den Einfluß der Hebungsepoche, die uns hier beschäftigt. Süd-Italien und Sicilien zeigen ebenfalls eine Menge Hebungen aus dieser Epoche, und namentlich ist die Kette, welche längs der nördlichen Küste von Sicilien läuft, in derselben Periode gehoben worden.

XIII. System des Tenare.

§. 1320. In dem vulcanischen Districte von Toscana findet man eine Reihe von Hebungen, welche in der Richtung Nord 20° West, nach Süd 20° Ost streichen, und in denen merkwürdiger Weise Schichten emporgehoben sind, welche Muscheln und andere Seethiere enthalten, die jetzt noch in dem benachbarten Mittelmeere lebend vorhanden scheinen. Die Bimssteintuffe der phlegräischen Felder, der Somma und der Insel Ischia, welche durch die vulcanische Thätigkeit dieser Gegenden emporgehoben sind, enthalten ebenfalls Ueberreste von Seethieren aus der jetzigen Epoche. Est ist demnach wahrscheinlich, daß die sämmtlichen vulcanischen Gebilde Italiens und zwar namentlich der Vesuv, der Aetna, Stromboli und die Solfatara einer und derselben Hebung ihren Ursprung verdanken, welche in der jetzigen Epoche die Erdrinde durchbrach und deren Nachwirkung noch jetzt in den brennenden Vulcanen dieser Gegenden sich bemerkbar macht.

Die vulcanischen Auswurfskegel der Auvergne und des Vivarais, deren Laven noch ebenso frisch sind, als wenn sie eben erst ausgespieen wären, haben sich wahrscheinlich zu derselben Zeit geöffnet, während ihre Richtung selbst durch eine ältere Spalte bedingt ist. An der Südspitze von Morea in der Nähe des Cap Tenare hat man ebenfalls Hebungen gefunden, welche offenbar ganz in der neuesten Zeit entstanden und dem ganzen Systeme den Namen gegeben haben.

Offenbar sind die Wirkungen dieses letzten Hebungssystemes weit ge- §. 1321.
ringer und schwächer gewesen, als diejenigen irgend eines früheren Systemes, und im Falle nicht in außereuropäischen Ländern größere Wirkungen desselben zu entdecken wären, dürfte es noch zweifelhaft erscheinen, ob die angeführten Phänomene nicht als rein local aufzufassen seien. Ein allgemeiner Charakter aller früheren Hebungssysteme besteht darin, daß sie auf die Gränzlinie zweier Formationen sich stellen und scharf zwischen verschiedenen Schöpfungsepochen durchschneiden. Dieser Charakter würde dem System des Tenare durchaus abgehen, da durch dasselbe Schichten gehoben sind, welche Reste von Thieren enthalten, die noch in unserer heutigen Epoche leben.

Allgemeine Bemerkungen.

Betrachtet man auf einem Globus von einiger Größe die verschiedenen §. 1322.
Bergketten, welche die Oberfläche Europa's durchziehen, besonders die jüngeren und vorragenderen, so kann man bemerken, daß jede dieser Ketten zu einem großen Systeme von Parallelzügen gehört, die sich weit über die Länder hinauserstrecken, deren geologische Structur uns genauer bekannt ist. Da nun überall in den bekannteren Gegenden parallele Kettenglieder auch gleiche Ursprungsepoche haben, so ist es wahrscheinlich, daß dies Gesetz auch über weitere Gränzen sich hinaus erstreckt, und man darf deshalb glauben, daß diejenigen Gebirgssysteme ferner Länder, welche mit dem in Europa anerkannten parallel laufen, auch gleiche Entstehungsgeschichte mit ihnen theilen.

So darf man vermuthen, daß die Kämme des pyrenäischen Systemes, §. 1323.
welche in Europa hervortreten, Bruchstücke eines ausgebreiteteren Systemes sind, von welchen die Alleghanies in Nordamerika einerseits und die Gates von Malabar andererseits die Endglieder darstellen. Es ist freilich wahr, daß diese Endpunkte beträchtlich von den anderen Theilen der Kette abstehen, jedoch wird dies weniger auffallen, wenn man weiß, daß man von dem Vorgebirge Ortegal in Spanien bis zum Eintritte des persischen Golfes über eine Erstreckung von etwa 1600 Stunden Länge eine Reihe von Hügelketten verfolgt, welche demselben größten Kreise der Erde parallel laufen, und die

durch ihre Nähe und ihren Parallelismus darauf hinzudeuten scheinen, daß sie alle zu derselben Zeit entstanden.

§. 1324. Die kleineren Gebirgsketten, welche die neueren Karten in dem nördlichen Theile der großen Wüste Sahara, im Süden von Tripoli und vom Atlas andeuten, und deren einige sogar den Atlas durchsetzen bis zu dem Meere hin, sowie die Richtung der nördlichen Küste von Africa erscheinen durchaus parallel mit der Streichungslinie der Pyrenäen und den oben angegebenen Hügelketten in Süd-Frankreich, Italien und Morea. Neuere Beobachtungen beweisen, daß schon vor dem Absatz der Tertiärgebilde Gebirge in der Nähe von Algier existirten. Die Richtung des Pyrenäensystemes, dessen Kettenglieder sich von Griechenland aus bis an das Meer von Marmora verfolgen lassen, erscheint auf der anderen Seite, in Anatolien, in dem großen Thale von Mesopotamien und dem persischen Golfe, sowie in den Ketten im Nordosten dieses Thales, die sich auch dem Kaukasus anschließen. Mehre Flüsse und Ketten des Kaukasus, besonders die westlichste desselben am Ufer des schwarzen Meeres, zeigt dieselbe Richtung, und diese läßt sich noch weiter verfolgen durch die Ebenen von Rußland, Polen und Preußen bis zu der Insel Rügen. Die Richtung des Systemes der Belchen ist fast die nämliche, wie diejenige des Pyrenäensystemes, und man könnte deshalb vielleicht glauben, daß ein Theil der Gebirge, welche eben erwähnt wurden, dem Systeme der Belchen angehören. Dies ist indeß aus dem Grunde unwahrscheinlich, weil alle älteren Hebungssysteme, die wir in Europa kennen, zu sehr zerstückelt und auch zu niedrig sind, als daß man ihnen so ausgezeichnete Gebirgszüge wie die erwähnten, unterordnen könnte. Trotzdem ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch das System der Belchen sich ebenso weit erstreckte, als dasjenige der Pyrenäen, und man darf annehmen, daß die Alleghanies zum Theil ihre Bildung dem älteren Systeme verdanken. Der Umstand, daß die beiden Hebungen, welche in Europa den Anfang und das Ende der secundären Bildung bezeichneten, sich wahrscheinlicher Weise bis in die vereinigten Staaten und bis nach Indien erstreckten, würde auch erklären, warum diese beiden großen Risse in drei so entfernten Gegenden sich wiederfinden.

§. 1325. Gehen wir nun zu dem Systeme der Westalpen über, so können wir bemerken, daß die mathematische Verlängerung der Linie, welche von Marseille nach Zürich geht, mit äußerst merkwürdigen Bodenerhebungen zusammentrifft, welche man aus demselben Grunde einer wahrscheinlichen gleichzeitigen Entstehung zuschreiben darf.

§. 1326. Ein von Marseille nach Zürich auf der Oberfläche eines Erdglobus ausgespannter Faden trifft in seiner Verlängerung im Norden auf die Mündung des Obi, im Süden auf den Archipelagus von Neusüd-Shetland und läuft etwa parallel mit dem Kjölen-Gebirge, dem Hauptgliede

der scandinavischen Alpen, sowie mit den vorzüglichsten Gebirgsketten von Marocco und mit der Küstenkette von Brasilien, die sich längs des atlandischen Oceans vom Cap Roque bis nach Montevideo hin erstreckt.

Mit derselben Richtung streichen parallel die Hauptlinien der östlichen Küste von Spanien, von dem Cap von Gates bis in die Umgebung von Narbonne und die Küstenlinie des alten Continentes vom Nordcap in Lappland bis zum weißen Vorgebirge in Africa. Der Mont Blanc, der fast in gleicher Entfernung von diesen beiden äußersten Punkten sich befindet, bildet gleichsam den Stützpunkt des Gerüstes, welches den alten Continent zwischen diesen Punkten trägt. Die Küste des atlantischen Oceans im Süden vom weißen Vorgebirge ist sehr niedrig und sandig, und ebenso ist im Osten des Nordcaps die Küste nur sehr wenig erhoben. Zwischen diesen beiden Punkten im Gegentheile sind die Küsten überall ziemlich hoch und entweder aus ungeschichteten oder aus erhobenen geschichteten Gesteine gebildet; — eine Bildung, die darauf hinzuweisen scheint, daß längs dieser Linie alle ebenen Gegenden unter Wasser gesetzt wurden. §. 1327.

Wenden wir uns nun zu dem Systeme der Ostalpen, so kann man bemerken, daß die Ketten und Kämme dieses Systemes zu einem weiten Ganzen gehören, das sich durch den asiatischen Continent erstreckt, und außer den schon erwähnten Ketten den Atlas, die Centralkette des Kaukasus mit dem gewaltigen Kegel des Elbruz, sowie die lange Reihe des Himalaya und des Hindukusch begreift, welche die persischen und bengalischen Ebenen im Norden begränzen, und die höchsten Gipfel der Erde in sich schließen. Alle diese Ketten streichen parallel mit einem größten Kreise, welcher auf einem Erdglobus durch einen Faden angegeben würde, den man aus der Mitte von Marocco gegen die nördlichen Gränzen des Reiches der Birmanen spannte. §. 1328.

Die Aehnlichkeit läßt sich leicht erkennen, welche einerseits zwischen dem Himalaya im Norden der Flußebenen des Ganges und andererseits zwischen der Hauptkette der Alpen im Norden der Ebene des Po sich zeigt. Die Flüsse, welche von beiden Ketten herabströmen, biegen sich auf dieselbe Weise in der Ebene um, um die einen in den Ganges, die anderen in den Po zu fließen, was darauf hinzudeuten scheint, daß beide Ebenen durch gewaltige Anschwemmungen, die von den Bergen kamen, gebildet wurden. Das geologische System der westlichen Halbinsel Indiens erhebt sich in Süden der bengalischen Ebene ganz so, wie die Apenninen im Süden der Lombardei, und man könnte wirklich bedeutende Aehnlichkeiten in jeder Hinsicht finden zwischen der Lage von Mailand und Delhi, Venedig und Calcutta, Ancona und Madras, Genua und Bombay. Diese Aehnlichkeiten würden noch auffallender, wenn der Lauf des Indus durch eine ähnliche Kette, wie diejenige der Meeralpen bei Genua abgelenkt, und die §. 1329

Gewässer dieses Stromes und seiner Zuflüsse gezwungen würden, den geringen Sattel, welcher sie vom Ganges trennt, zu durchbrechen und sich in diesen zu ergießen.

---

§. 1330. Es konnte nicht fehlen, daß die oben vorgetragenen Ansichten Elie de Beaumont's, die wir fast überall mit seinen eigenen Worten wiedergegeben haben, zahlreiche Gegner fanden, die zwar nicht das Princip selbst angriffen, wohl aber manche Erscheinungen im Einzelnen anders aufzufassen suchten. Wir haben schon oben angeführt, daß das Princip des Parallelismus und der daraus folgenden Gleichzeitigkeit der Hebungen vielleicht nur eine beschränktere Anwendung finden dürfte, und daß es um so weniger gültig sein könne, als es sich auf neuere Hebungen bezieht. In der Tabelle wurde deshalb auch schon mehre Hebungen angeführt, welche in gleicher Zeit, aber mit abweichenden Richtungen erfolgten. Da es indeß wahrscheinlich sein dürfte, daß diese Resultate noch weitere Bestätigung nöthig haben, so mag ihre bloße Anführung genügen, während wir uns dagegen nicht versagen können, auf den bedeutendsten Einspruch näher einzugehen, welcher in neuester Zeit gegen die Aufstellung zweier verschiedener Hebungssysteme für die Alpen von einem der bedeutendsten Geologen unserer Zeit, B. Studer, gemacht wurden. Zum näheren Verständniß dieser Einwürfe ist es nöthig, etwas genauer auf die Structur der Alpen im Allgemeinen einzugehen.

§. 1331. Man glaubte bis in die neuere Zeit ziemlich allgemein, in den Alpen eine zusammenhängende Centralkette unterscheiden zu können, welche auf beiden Seiten von Nebenketten begleitet sei. Die neueren geologischen Untersuchungen beweisen im Gegentheile, daß keine solche Centralkette existirt, sondern daß einzelne Gruppen sich finden, welche zuweilen mit einander parallel laufen, in anderen Fällen aber auch schief gegen einander gerichtet oder wie Felder eines Schachbrettes mit einander verschränkt sind. Diese meist länglichen oder eiförmigen Gruppen bestehen aus Centralkernen krystallinischer Gesteine, um welche die geschichteten Gesteine der Alpen sich mantelförmig herumlagern, und die durch eigene Schichten, besonders Fucoidenschiefer, von einander getrennt sind, welche meistens auf den Sätteln der Pässe hervortreten, und mit dem äußeren Gürtel geschichteter Gesteine in nächster Beziehung stehen.

§. 1332. Man hat bis jetzt in den schweizerischen Alpen, von welchen hier besonders die Rede ist, folgende sechs Centralgruppen unterschieden:

1. Das Massiv des M. Blanc, abgegränzt durch die Thäler von Chamouny und Entrèves, das sich von dem Col de Bonhomme bis nach Salion in Wallis erstreckt.
2. Das Massiv der Aiguilles Rouges, nördlich von dem vo-

Fig. 451.

Idealer Durchschnitt des Alpensystemes.
1. Granit, Gneiß und Glimmerschiefer. 2. Fucoidenschiefer. 3. Gemischtes Terrain. 4. Hochgebirgskalk. 5. Nummulitenkalk.
6. Macigno. 7. Seewerkalk. 8. Grünsand. 9. Néocomien. 10. Molasse. 11. Nagelflue.

rigen, beginnt in der Nähe von Servoz und endet bei Lavey unter der Dent de Morcles.

3. Das Massiv des Simplon, im Hintergrunde des Val d'Annivier, erreicht seine Gipfelpunkte in der Dent Blanche, dem Weißhorn, dem Mischabel und erstreckt sich in schiefer Richtung mitten durch das Thal von Sanct Nicolas über den Simplon hinaus durch die Kette, welche das Binnenthal von dem Circus von Dever und Veglia trennt, nach den Gebirgen am Val Leventina und an den Quellen der Maggia.
4. Das Massiv des St. Gotthardt, geht von Aernen im Oberwallis bis in das Thal des Vorderrheines nördlich und ist im Süden durch das Thal von Airolo begränzt.
5. Das Massiv des Finsteraarhorns, das mächtigste von allen, zwischen dem Gemmipaß einerseits und dem Kistenpaß, östlich vom Tödi, andererseits.
6. Das Massiv des Selvretta, erstreckt sich westlich von Bergun in Graubündten bis in die Umgebungen von Landeck in Tyrol.

Die Hauptmasse der Centralkerne (1 auf dem Durchschnitte, Fig. 451), besteht aus verschiedenen krystallinischen Gesteinen, die meistens sehr deutlich in Schichten abgesondert sind. Die Stellung dieser Schichten ist sehr eigenthümlich. In der Mitte des Centralkernes stehen sie vertikal, während sie auf beiden Seiten um so mehr nach innen hin gegen die Axe des Centralkernes einfallen, je weiter nach außen sie sich befinden. Man kann daher diese Stellung der Schichten mit Fächern vergleichen, die nach oben auseinander- §. 1333.

geschlagen sind. Diese Fächerstellung, die am Mont Blanc schon früher bekannt war, ist seither auch an den verschiedenen anderen Massiven nachgewiesen worden.

§. 1334. Die Zwischenräume der einzelnen Massive sind durch eigenthümliche Schiefergebilde erfüllt (2 auf dem Durchschnitte, Fig. 451), in welchen man häufige Fucoidenabdrücke, Belemniten und Stengelglieder von Pentakrinen gefunden hat. Da, wo die Centralkerne sehr weit aus einander stehen, werden diese Schiefergebilde, die man auch unter dem Namen Flysch bezeichnet hat und die meistens dann von einigen grauen Kalkschichten begleitet sind, äußerst mächtig und bilden selbst für sich allein ganze Berge. Sie gehen in diesem Falle öfters in verschiedene metamorphische Gesteine und selbst in Serpentin über, ohne daß eine bestimmte Gränze zu ziehen wäre. Da wo die Massive näher an einander rücken und sich berühren, bilden diese Schiefergebilde nur sehr schmale Zonen, in welchen der Kalk in Marmor oder Dolomit verwandelt ist. Die Fucoidenschiefer zeigen sich meistens an der Basis der centralen Fächer und gehen allmählich in die Schichten der Glimmerschiefer und Gneiße über, welche gegen die Mitte des Fächers hin mit stets steilerer Aufrichtung auch zugleich mehr die Charaktere des wahren Granites annehmen. Aus dieser eigenthümlichen Bildung der Centralkerne erklärt sich auch die vielfach ausgezackte Gestaltung der höchsten Gipfel der Alpen, von welchen die beigefügte Ansicht der Mont Blanc-Kette, Fig. 452, ein überraschendes Beispiel liefert. Die senk-

Fig. 452.

Kette des Mont Blanc vom Breven aus.

a. Chamouni. b. Mont Blanc. c. Mer de Glace. d. Bossons-Gletscher. e. Aiguille verte. f. Dôme du Gouté. g. Montanvert.

recht aufgerichteten Platten, welche in der Richtung des Centralkernes strei-

chen, bilden jene scharfen, dachförmigen Kämme, welche das Alpengebirge so sehr auszeichnen.

Auf der ganzen Nordseite der Schweizer Alpen ist ein gewaltiger Gürtel kalkiger und schieferiger Gesteine entwickelt, deren Altersbestimmung großen Schwierigkeiten unterliegt, obgleich im Allgemeinen anerkannt ist, daß sie der jurassischen und Kreideformation bis zu den jüngsten Gliedern derselben angehören (3—6 auf dem Durchschnitte, Fig. 453). Die krystallinischen Gesteine sind in der Nähe dieses Gürtels meist aus Quarzit zusammengesetzt, auf dessen Schichtenköpfen sie auflagern. Diese Sedimentgesteine sind gegen die Centralkerne hin aufgerichtet, werden nach außen hin allmählich horizontal und erheben sich dann wieder von Neuem nach außen hin, so daß sie im Ganzen auf einem queren Durchschnitte der Alpen, wie Figur 453 zeigt, die Form eines Beckens bilden, dessen innerer Rand durch einen tiefen Thalriß von den Alpen getrennt ist. Die ganze Reihe der Gesteine vom Lias bis zu dem Nummulitenkalk und einem grauen Schiefergebilde, welches noch über demselben liegt, und alpinischer Macigno genannt wird, befindet sich in übereinstimmender Schichtung, und man unterscheidet darin als hauptsächliche Glieder ein meist sehr eisenhaltiges Kalkgebilde mit Conglomeraten, Rauchwacke und rothen Schiefern, welches gemischtes Terrain benannt worden ist (3 auf dem Durchschnitte, Fig. 453). Auf diesem gemischten Terrain liegen die ungeheueren Massen des Hochgebirgskalkes (4 auf dem Durchschnitte, Fig. 453), von welchem oft einzelne Stücke abgesprengt und keilförmig zwischen die Gneißplatten des Centralkernes eingeschoben sind. Ueber dem Hochgebirgskalk erstreckt sich an denjenigen Orten, wo die der Kreide angehörigen Gebilde nur weniger entwickelt sind, unmittelbar der Num- §. 1335.

Fig. 453.

Idealer Durchschnitt des Alpensystemes.

1. Granit, Gneiß und Glimmerschiefer. 2. Fucoidenschiefer. 3. Gemischtes Terrain. 4. Hochgebirgskalk. 5. Nummulitenkalk. 6. Macigno. 7. Seewerkalk. 8. Grünsand. 9. Néocomien. 10. Molasse. 11. Nagelflue.

mulitenkalk (5 auf dem Durchschnitte, Fig. 453) und darüber ein eigenthümliches System grauer Schiefer, welche mit dem Namen Macigno (6 auf dem Durchschnitte) belegt worden sind. In der östlichen Schweiz sind dagegen die Kreidegebilde in bedeutender Ausdehnung entwickelt und bilden eigene Ketten, welche nach Norden hin erhoben sind und unter den Hochgebirgskalk einzuschießen scheinen. Hier findet sich unter dem Nummulitenkalk ein eigenthümlicher grauer Kalk, der Seewerkalk (7 auf dem Durchschnitte, Fig. 453), unter diesem ein schwarzer schieferiger Kieselkalk, welcher die charakteristischen Fossilien des Grünsandes enthält (8 auf dem Durchschnitte, Fig. 455), und als unterstes Glied der Kreidereihe zeigt sich endlich der Néocomien mit all den Fossilien, welche bei Neuchatel vorkommen (9 auf dem Durchschnitte).

§. 1336. Den äußersten Gürtel der Alpen endlich setzen die Tertiärgebilde, die Molasse (10 auf dem Durchschnitte) und die Nagelflue (11) zusammen, welche in der unmittelbaren Nähe der Alpen hohe Berge bilden, deren Schichten gegen die Alpenkette selbst einfallen, während nach außen hin diese Molassengebirge hohe Abstürze mit fast senkrechten Wänden zeigen. Am Rigi tritt dieses Verhältniß äußerst deutlich auf den ersten Blick hervor. Man kann an vielen Orten den Contact zwischen den Molasseschichten und den älteren Lagern der alpinischen Kreide- oder Juraformationen untersuchen, und es scheint wirklich, als ob die Molasse unter dieselben einschieße. Es läßt sich diese abweichende Lagerung nur durch die Annahme erklären, daß die Kalkmassen bei der gewaltigen Hebung durch Seitendruck gegen die Molasse gedrängt wurden, diese zurücktrieben und über sie hinausgeschoben wurden.

§. 1337. Der oben gegebene ideale, von Studer entworfene Durchschnitt des Alpensystemes giebt eine Anschauung dieser Verhältnisse. Man sieht die fächerförmig gestellten Centralmassen durch Zwischenlager von Fucoidenschiefern getrennt. Auf der einen Seite nach außen hin zeigt sich ein eingeschlossener Kalkkeil, welcher von dem gegenüberstehenden Hochgebirgskalk abgerissen ist. Ein tiefer Thalriß trennt den Centralkern von der beckenartig abgelagerten Masse des Hochgebirgskalkes, der von Nummulitenkalk und Macigno gekrönt ist. Vor diesem Kalkgebirge zeigt sich der Durchschnitt einer Kette mit den entwickelten Gliedern der Kreideformation, sowie diese in der östlichen Schweiz vorkommen, und endlich ganz zu äußerst die erhobenen Massen der Tertiärgebilde, welche allmählich in die Schichten der ebeneren Schweiz übergehen.

§. 1338. Wenn wir nun, auf diese Thatsachen fußend, die Alpen mit Beziehung auf ihre Entstehungsgeschichte betrachten, so spricht offenbar das äußere Relief dieses kolossalen Gebirgszuges zu Gunsten Derjenigen, welche die Alpen als ein einziges Ganze betrachten möchten. Das successive Her-

vortreten zweier verschieden streichender Züge hätte nicht sowohl einen Winkel, als vielmehr eine Kreuzung hervorbringen sollen, über welche hinaus die streichenden Ketten mit denselben Charakteren sich hätten fortsetzen müssen. Eine solche Kreuzung läßt sich aber weder in Savoyen an dem Winkelpunkte des Mont Blanc, noch auch an dem Punkte des Zusammentreffens der Cottischen Alpen mit den Meeralpen entdecken. Auf den Karten sowohl als in der freien Natur von den Hügeln der Superga aus betrachtet erscheint dieser letztere Theil der Alpen als ein ungeheurer kreisrunder Wall, welcher nur gegen Osten geöffnet ist, zu drei Theilen aber die piemontesische Ebene umschließt. Im Ganzen betrachtet wiederholt dieser Kreiswall, der sich vom Simplon an bis zu dem Col di Tenda und weiterhin zieht, die Gestalt jener amphitheatralischen Kessel, welche oben bei Leuk und an den Diablerets erwähnt wurden.

Die Beständigkeit des den Alpen und ihren Verzweigungen eigen- §. 1339.
thümlichen Gesteinscharakters, fährt Studer fort, spricht ebenfalls für die Einheit des Systemes und seiner Verzweigungen. Das ununterbrochene Vorkommen des Fukoidenschiefers im Apennin, in den französischen, schweizerischen und deutschen Alpen, während in einiger Entfernung von diesen Gebirgen jene Bildung durchaus fehlt; — die vom wahren Jura so abweichende Zusammensetzung der alpinischen Jurabildungen und deren Uebereinstimmung in der Schweiz, in Frankreich und Italien; die gleichmäßige und mit wenigen noch bestrittenen Ausnahmen gänzliche Unterdrückung aller paläozoischen Formationen, — diese sämmtlichen Thatsachen beweisen, daß bis in die ältesten Zeiten der uns bekannten Erdgeschichte hinauf die breite Zone, welche jene Gebirge trägt, dieselben Schicksale getheilt habe, von den nämlichen Meeren bedeckt, durch dieselben Hebungen trocken gelegt worden sei. Wichtiger noch ist hier, wo es sich um die Erhebung von Gebirgssystemen handelt, die Uebereinstimmung des metamorphischen Gesteinscharakters. Alle diese Gesteine folgen dem Alpenwall nach seiner ganzen Krümmung. Keines derselben beschränkt sich ausschließlich auf die von Ost nach West oder auf die von Nord nach Süd streichenden Gebirge. Die Stellung der Ketten, die Vertheilung der Steinarten, sowie Streichen und Fallen der Schichtung gehorchen im Einzelnen dem Einflusse secundärer, im allgemeinen Systeme zerstreuter Mittelpunkte, welche alle die Fächerstructur zeigen, und jedenfalls nicht durch einen bloßen Zufall zu einem ununterbrochenen Bogen verbunden sind.

Gegen die Richtigkeit dieser Darstellung der Alpen als eines continuir- §. 1340.
lich gekrümmten Walles dürften jedoch in dem Falle starke Zweifel erhoben werden, wenn sich wirklich deutlich erkennen ließe, daß in Savoyen die Streichungslinie der französischen Alpen sich in einem scharfen Win-

kel aus der Meridianrichtung in diejenige der Ostalpen werfe. Betrachtet man indessen die Richtung des Streichens in dieser Krümmung der Alpen, so ergiebt sich, daß ein scharfes Schneiden der einzelnen Streichungslinien wirklich nicht existirt, sondern daß diese Linien vom südlichen Wallis an bis gegen den Col di Tenda und weiter nach Genua hin ziemlich genau als die Tangenten eines Kreises erscheinen, welchen man von der Superga aus durch die Centralkämme der westlichen Alpen ziehen würde (s. Tafel XIV. Fig. 454). Die stärkste Abweichung zeigt sich in der nordöstlichen Ecke im Wirkungskreise der Massive des Finsteraarhorns und des Gotthardts, welche schon dem nach Osten geradlinig fortsetzenden Hauptzuge der Alpen angehören. Auf der beigefügten, von Studer entworfenen Karte, welche die Alpengegend zwischen dem Gotthardt und dem Mittelmeere enthält, sind die Streichungslinien verzeichnet, welche in den Meeralpen, den Oisans, dem Mont Blanc und den Berner Alpen beobachtet wurden, und zugleich der Kreis gezogen, der die Superga bei Turin als Mittelpunkt hat.

§. 1341. Es fragt sich nun, ob die verschiedenen Stücke des Alpenringes wirklich auch zu verschiedenen Zeiten hervorgetreten sind, oder ob dieselben drei verschiedenen Hebungsepochen angehören, welche oben als das System des Mont Viso, dasjenige der Westalpen und ferner der Ostalpen bezeichnet wurden. Die richtige Auffassung der Lagerungsverhältnisse in den Alpen wird durch die vielen Verwerfungen, Umbiegungen und Gesteinsmetamorphosen außerordentlich schwierig, und es ist kaum möglich, nach den bis jetzt angestellten Beobachtungen hierüber mit Sicherheit entscheiden zu können. Stützt man die Beurtheilung der Hebungsepochen auf die Verbreitung der Formationen, so ergiebt sich allerdings, daß das Relief der Alpen während der langen Dauer zwischen der Ablagerung des oberen Jura und derjenigen des ältesten Tertiärgebirges großartige Veränderungen erlitten habe. Die wichtigste und allgemeinste Reliefänderung wird uns ohne Zweifel durch die gänzliche Unterdrückung des Nummulitenkalkes und Fucoidenschiefers auf der West- und Nordseite der sich um die Alpen herum erstreckenden Molassenzone bezeichnet. Jedenfalls folgt aber schon diese Zone der äußeren Alpenkrümmung und läßt den früheren concaven Strand des Meeres erkennen, in welchem sich über ganz Südeuropa und bis tief nach Africa und Asien hinein die mächtigen Nummuliten- und Fucoidengesteine abgelagert haben.

§. 1342. Die beiden Hebungen der Alpen sind dadurch unterschieden worden, daß man die eine als unmittelbar nach der Molasse und vor der Bildung der älteren Anschwemmungen, die andere als nach der Bildung der älteren Anschwemmungen, des Diluviums, abgesetzt ansah. Allein es zeigt sich, daß diejenigen Gebilde, welche auf dem Nordrande der Alpen längs des

Zuges der Hauptkette gehoben sind, und die man als zu den älteren Anschwemmungen oder dem Diluvium gehörig ansah, in der That nicht zu diesen, sondern zu der oberen Molasse gehören, und daß demnach die Ostalpen wie die Westalpen einer gemeinsamen Hebung ihr letztes Relief verdanken, welche nach dem Absatze der oberen Molasse und vor demjenigen der älteren Kiesanfüllungen statthatte. Durch die neuere Classificirung der jüngeren Molassengebilde und deren consequentere Einschaltung in der Reihenfolge der Formationen fallen demnach, der Ansicht der schweizerischen Geologen zufolge, die beiden Hebungssysteme der Alpen in ein einziges zusammen. Die Existenz älterer Hebungen in den Alpen wird damit nicht geleugnet, sondern im Gegentheile anerkannt, und nur der Umstand wird bestritten, daß die Veränderungen der Streichungslinien nothwendig zur Annahme verschiedener Hebungssysteme führen müsse. Die Deduction der Hebungssysteme ist überhaupt das letzte und allgemeinste Resultat, welches der Geologe aus den genaueren Localbeobachtungen ziehen kann, und wir müssen gestehen, daß diese so junge Wissenschaft noch nicht auf dem Punkte angelangt ist, welcher starr schematische Eintheilung verträgt. Die Schlußfolgerungen müssen sich natürlich ändern, sobald die erweiterten Beobachtungen andere Grundlagen aufstellen, und wenn es sich wirklich erwahren sollte, daß die Hebung der Alpen einen Kreiswall hervorgebracht hätte, so müßte die Ansicht von der Gleichzeitigkeit paralleler Ketten und Hebungen als unhaltbar aufgegeben werden.

b. Paläontologische Entwickelungsgeschichte der Erde.

Die Entwickelungsgeschichte der Organismen auf der Erde durch die §. 1343.
verschiedenen Schöpfungsepochen hindurch zu verfolgen, ist eine Aufgabe, welche um so mehr ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten besitzt, als die Paläontologie noch eine sehr junge Wissenschaft ist, deren Principien erst seit wenigen Jahren festgestellt werden konnten. Die Bestimmung der Versteinerungen an sich bietet schon eine erste und wesentliche Schwierigkeit dar, da der Natur der Sache nach nur in äußerst seltenen Fällen Spuren der Weichtheile eines Thieres erhalten wurden, sonst aber nur das Skelett und die festen Theile des knöchernen Gerüstes oder der Schale übriggeblieben sind. Je mehr indeß die Kenntniß der jetzt lebenden Schöpfung zunimmt, je mehr man namentlich bei den für die Geologie so unendlich wichtigen Weichthieren einzusehen beginnt, daß die Organisation der Schale nur ein höchst secundäres Moment für die Organisation dieser Thiere im Allgemeinen bildet, und daß durch Structur und Lebensweise sehr verschiedene Thiere ganz ähnlich geformte Schalen besitzen können,

daß andere in der Jugend mit Schalen versehen sind, welche sie im Alter abwerfen, desto mehr wird der Paläontologe zur Vorsicht hinsichtlich der Bestimmung der in den Schichten der Erde aufbewahrten Reste aufgefordert.

§. 1344. Der Begriff der Art (species), auf welchem unsere ganze gegenwärtige Zoologie beruht, kann nur in der Weise richtig aufgefaßt werden, als er sich eben aus Beobachtung der lebenden Natur ergiebt. Zu einer und derselben Art gehören, dem heutigen Stande der Wissenschaft gemäß, alle Individuen, welche von gleichen Eltern abstammen, und die selbst oder durch ihre Descendenten den Stammeltern wieder ähnlich werden. Dieser Definition zufolge kann man demnach nur durch die Beobachtung der Entwickelungsphasen eines thierischen oder pflanzlichen Organismus mit völliger Sicherheit bestimmen, welcher Art derselbe angehöre. Die Feststellung der Art in dieser Weise wäre sonach für die Versteinerungen durchaus nicht möglich, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil Niemand ihre Entstehung oder ihre Fortpflanzung beobachten konnte. Allein auch dem Zoologen, welcher sich mit der lebenden Natur beschäftigt, wird diese Feststellung der Art in der angedeuteten Weise meistens unmöglich, und man ist deshalb genöthigt, zu anderen Charakteren seine Zuflucht zu nehmen, um die Arten unterscheiden zu können.

§. 1345. Die Anwendung dieser Unterscheidungscharaktere ist es hauptsächlich, welche den Streit der Naturforscher über den engeren oder weiteren Begriff der Art bedingt; ein Streit, der gerade in dem Falle endlos ist, wenn keine Beobachtungen über die Fortpflanzungsweise der betreffenden Organismen angestellt werden können. Ohne diese läßt sich in der That der Streit durchaus nicht entscheiden, da während der Entwickelungszustände der niederen Thiere besonders die Unterscheidungscharaktere oft auf das Erstaunlichste wechseln. Nicht nur giebt es bei der großen Mehrzahl des Thierreiches ganz erstaunliche Verwandlungen, welche dasselbe Thier in seinen verschiedenen Lebensepochen betreffen, sondern es finden sich auch, namentlich bei den niederen Thieren, Fortpflanzungsverhältnisse, durch welche den Eltern durchaus unähnliche Junge erzeugt werden, und erst nach Verfluß mehrer Generationen der Typus der Eltern zurückkehrt. Wer würde glauben, daß eine Raupe und der daraus hervorgegangene Schmetterling ein und dasselbe Individuum sind, wenn man nicht deren allmähliche Verwandlung beobachtet hätte? Diese Verwandlung betrifft indeß dasselbe Individuum und die Raupe ist nur der, wenngleich außerordentlich verschieden gestaltete Jugendzustand des Schmetterlings; erst der Schmetterling kann sich fortpflanzen. Anders verhält es sich bei vielen niederen Thieren. Wenn die Medusen z. B. Eier legen, aus welchen sich infusorienartige Junge entwickeln, die sich festsetzen und Polypen

werden, so könnte man dieses noch mit der Metamorphose der Insecten vergleichen. Allein diese Polypen verwandeln sich niemals in Medusen, sie leben fort, vermehren sich durch Sprossen und eiähnliche Knospen, und erzeugen nur von Zeit zu Zeit seitliche Auswüchse, welche allmählich sich ausbilden, losreißen und als Medusen davonschwimmen. Wie soll man bei diesen und ähnlichen Verhältnissen, welche die heutige Wissenschaft unter dem Namen des Generationswechsels zusammenfaßt, den Begriff der Art feststellen und die Charaktere abmarken, die derselben zugehören, wenn man nicht fortlaufende Beobachtungen über diese Entwickelungszustände besitzt?

Die äußeren Einflüsse aller Art, welche auf einen Organismus einwirken können, sind im Stande, die Charaktere desselben einigermaßen zu verändern, obgleich diese Veränderungen nie so bedeutend sind, daß sie auf wesentlichere Charaktere sich erstrecken könnten. Man hat viel und ausführlich über die Umgestaltungen der zoologischen Charaktere gestritten, welche durch Veränderungen der Lebensweise, des Klima's, des Wohnortes und der Nahrung erzeugt werden können. Allein diese Variationen betreffen größtentheils nur geringere oder bedeutendere Größe des Wuchses, Häufigkeit und Farbe der äußeren Bedeckungen u. s. w., nie aber wesentliche Aenderungen in dem Baue der inneren Theile. Es wird in unseren Zeiten keinem Zoologen mehr einfallen wollen, Arten unter den Säugethieren zu unterscheiden, welche nicht in ihrem Zahnbau und in dem Skelette verschiedene Charaktere bethätigen. Es ist aber noch Niemandem eingefallen, behaupten zu wollen, daß die größten klimatischen Veränderungen, welchen man ein Säugethier unterworfen hat, den Zahnbau desselben geändert hätten, während man selbst bei wilden Thieren nicht selten Umbildung des Haares, Abweichung der Farbe und der Stimme beobachtet hat. Indeß sind selbst diese Veränderungen geringeren Werthes nur selten bei Thieren, die in ihrer Freiheit sich befinden; größere Ausbeute an Thatsachen gewähren in dieser Beziehung einzig die Hausthiere, welche unter der Herrschaft des Menschen Bedingungen ausgesetzt werden, die sich sonst nicht in der Natur erfüllen lassen. Allein auch an der Veränderung der wesentlichen unterscheidenden Charaktere hat alle Kunst und Mühe des Menschen bisher gescheitert. §. 1346.

Wenn demnach die Bestimmung und Abgränzung der Art wesentlichen Schwierigkeiten unterliegt, so ist dies nicht deshalb, weil die Arten durch äußeren Einfluß allmählich verändert werden können, sondern aus dem einfachen Grunde, weil in vielen Gruppen des Thierreiches wir über die Fortpflanzung nicht genügende Kenntniß besitzen und nicht a priori bestimmen können, in welchen Punkten die Jungen von ihren Eltern abweichen, und wie weit diese Abweichungen sich erstrecken können. Bei den- §. 1347.

jenigen Thieren, welche wir stets unter unseren Augen haben, ergiebt sich die Bestimmung der Gränzen dieser Abweichungen aus der Beobachtung. Bei den meisten indessen müssen wir dieselben aus Analogien erschließen, und gerathen dadurch in das Feld der Vermuthungen, welches nie Sicherheit bieten kann. Dies ist namentlich der Fall bei den niederen Thieren, deren Fortpflanzung erst seit wenigen Jahren in das Bereich der Beobachtungen gezogen worden ist. Die neuere paläontologische Literatur ist gefüllt von Streitigkeiten über die Bestimmung der Gränzen, innerhalb welcher eine Art variiren kann. Es handelt sich hier namentlich um Bestimmung der versteinerten Schalen von Muscheln und Schnecken. Allein die Schale ist ein so unwesentlicher Theil des Körpers, daß viele Weichthiere nie Schalen besitzen, und daß viele andere, welche deren in der Jugend haben, sie im Alter abwerfen und nackt bleiben. Die Beobachtungen über die Fortpflanzung der Weichthiere sind äußerst mangelhaft, man weiß nicht, innerhalb welcher Gränzen das Junge eines Mollusks von seinen Eltern abweichen könne. Es fehlen demnach alle Grundlagen zur genaueren Bestimmung der Arten, sogar bei den lebenden Weichthieren, und um so mehr noch bei den fossilen Schalen. Leitende Principien können hier vor der Hand noch gar nicht aufgestellt werden und Derjenige, welcher auch nur die geringste Verschiedenheit zwischen zwei versteinerten Schalen entdecken kann, ist ebenso berechtigt, diese beiden Schalen als zwei verschiedene Arten anzusehen, wie ein Anderer berechtigt ist, diese Verschiedenheit als unbedeutend zu erklären und beide Schalen unter derselben Art zusammenzufassen.

§. 1348. Man hat sich in unbewußter Anwendung gewisser theologischer Ansichten allmählich daran gewöhnt, die verschiedenen Individuen, welche durch absolute Gleichheit ihrer Charaktere sich als zu einer und derselben Art gehörend ausweisen, auch so anzusehen, als stammten sie von einem einzigen Paare von Eltern ab. Man spricht von der Erschaffung der Art, als wäre eben zur Zeit der Entstehung derselben sie auch nur in einem einzigen typischen Paare erschaffen worden, und man hat öfters sogar die Art dahin definirt, daß dieselbe der Inbegriff von Individuen sei, welche alle von demselben Elternpaare abstammen. Es hält indessen nicht schwer, nachzuweisen, daß eine solche Abstammung und allmähliche Verbreitung der Descendenten eines einzelnen Paares nicht existirt haben könne, und zwar ist dies namentlich bei den Bewohnern des süßen Wassers nachweisbar, welchen durch die Begränzung der Flußbecken bestimmte Wohnplätze angewiesen sind. Der Hecht des Rheines läßt sich nicht unterscheiden von dem Hechte der Donau, von demjenigen der Seine oder der Loire. Sie gehören, so viel wir erkennen können, einer und derselben Species an. Eine Wanderung dieser Fische aus einem in das andere Flußbecken ist

durchaus unmöglich und zu keiner Zeit möglich gewesen, und eine Uebertragung der Eier eine durchaus factische Unmöglichkeit, weil die Hechtseier sich nicht so lange erhalten, als zu ihrem Transport aus einem in das andere Becken nöthig wäre. Die Hechte dieser verschiedenen Flußgebiete können daher unmöglich von einem Elternpaare abstammen. Sie müssen an den Orten entstanden sein, in welchen sie jetzt noch leben. Gleiche Betrachtungen drängen sich für die meisten Bewohner des süßen Wassers auf, und nicht minder lassen sich bei den Landthieren und den Bewohnern der See Gründe für diese Ansicht finden.

Die Arten sind demnach nicht aus je einem Paare entstanden, das §. 1349.
sich allmählich vermehrte, sondern sie sind in vielen Individuen zu gleicher Zeit erschaffen worden. Die Tradition der Arche Noäh, welche so lange Zeit die Ansichten der Naturforscher in dieser Hinsicht verwirrte, und die daraus gefolgerte Erschaffung einzelner Paare, von welchen die Individuen der jetzigen Schöpfung abstammen sollen, schmilzt bei genauerer Betrachtung zu dem lächerlichsten Unsinn zusammen. Man denke sich nur einen Augenblick die jetzige Schöpfung auf die Existenz von zwei Individuen je einer Art beschränkt. Offenbar wäre das Fortbestehen derselben unmöglich. Die reißenden Thiere, sollen sie Hunger leiden, so lange bis die ihnen zur Nahrung bestimmten Elternpaare Junge erzeugt haben? Der Ameisenbär, welcher täglich Tausende von Ameisen verschlingen muß, um leben zu können; der Wallfisch, dessen Masse nur auf Kosten von Hunderten von Häringen sich erhalten kann, sollen sie vielleicht erst entstanden sein in weit späterer Zeit? Ein einziges Paar Löwen, hätte es nicht sämmtliche Arten von Gazellen, Rehen und Hirschen in den ersten Wochen der Schöpfung vertilgt gehabt, ehe diese Thiere, welche Monate lang trächtig sind, Junge zur Fortpflanzung der Art hätten werfen können? Wie können die zahllosen Schwärme nordischer Polarvögel, der Lumme z. B. aus einem Paare entstanden sein, da jedes Paar jährlich nur ein Ei legt? Man sieht, daß diese Annahme zur vollständigen Absurdität führen muß, und daß die jetzige Schöpfung eben nur in der Weise und in ähnlichen numerischen Verhältnissen entstanden sein kann, wie sie jetzt sich darstellt. Diejenigen Arten, welche zahlreich an Individuen sind, entstanden auch in zahlreicher Menge. Andere, welche einsamer leben, wurden gewiß auch nur in geringer Zahl erschaffen. Jedes Thier hat seine eigenthümliche Lebensweise, die zu seiner Organisation in der bestimmtesten Beziehung steht und nicht geändert werden kann, ohne diese Organisation selbst zu ändern. Ein zur Geselligkeit angewiesenes Thier kann nicht anders leben, als in Geselligkeit; deshalb können die in großen Schwärmen lebenden Thiere auch nur in Schwärmen erschaffen worden sein.

§. 1350. Wir können uns durchaus keine Vorstellung machen über die Art und Weise, wie die Organismen, welche jetzt die Erde bevölkern, entstanden sind. Betrachtet man das Thierreich z. B. in seinem Ganzen, so ist es unverkennbar, daß sich darin eine allmähliche Zunahme in Vollendung der Organisation wahrnehmen läßt, welche allmählich bis zu der höchsten Stufe hinanführt. Längere Zeit hindurch herrschte die Ansicht, daß das Thierreich gleichsam nur eine einzige Stufenleiter darstelle, auf welcher sich die verschiedenen Thiere je nach der Vollendung ihrer Organisation einreihen ließen. Indem man so in dem Thierreiche eine allmähliche Entwickelung zu einem vollendeteren Baue wahrnehmen zu können glaubte, suchte man diese Ansicht auch auf die Entstehung des Thierreiches im Ganzen auszudehnen. Die Ansicht der meisten Naturphilosophen ging dahin, daß sich im Anfang in dem Wasser aus einer homogenen organischen Grundsubstanz, dem Urschleime, höchst einfache Thiere, Schleimthiere und Infusorien, gebildet hätten, daß diese durch allmähliche Entwickelung sich immer höher und höher erhoben und als Endziel ihres Strebens nach Vollendung zu Menschen sich ausgebildet hätten. Während die Einen diese allmähliche Entwickelung vom niederen zum höheren Typus nur auf die jetzige Schöpfung beschränkten, wollten die Anderen dieselbe aus den Versteinerungen nachweisen und behaupteten demnach, daß die einzelnen Glieder der jetzigen Schöpfung Abkömmlinge früherer analoger Arten seien, welche sich im Laufe der geologischen Epochen nach und nach modificirt hätten.

§. 1351. Die Wahrheit von diesem Allen ist, daß, so weit auch unsere jetzigen Kenntnisse reichen, wir nirgends die Erzeugung eines Wesens in anderer Weise kennen, als durch Abstammung von Eltern, durch Fortpflanzung von vorher bestandenen Individuen. Man hat behauptet und einige Naturforscher, welche hinter dem Stande der Wissenschaft zurück sind, behaupten noch jetzt, es gäbe eine elternlose Zeugung, eine Urzeugung (generatio aequivoca) von niederen thierischen und pflanzlichen Organismen aus formlosem, organischem Stoffe. Allein alle Untersuchungen der neuesten Zeit beweisen unwiderleglich, daß die Beobachtungen, auf welche man die Annahme einer freiwilligen Urzeugung gründete, durchaus ungenau oder selbst geradezu falsch waren. Es ist nachgewiesen, daß sich Infusorien und Conferven nur da bilden, wo die ungemein kleinen Eier, Keime und Sporen abgesetzt werden können; aber unter keinen Umständen da entstehen, wo diese Keime zerstört und der fernere Zutritt derselben aus der Luft gänzlich abgesperrt worden war. Ebenso ist es jetzt erwiesen, daß die Eingeweidewürmer sich durch Eier fortpflanzen und nicht auf Kosten der Organismen entstehen, in welchen sie leben.

§. 1352. Eine Metamorphose der fossil vorkommenden Arten in jetzt lebende

Thierspecies ist ebenfalls eine Hypothese, die durchaus alles Grundes ermangelt. Es wurde so eben nachgewiesen, daß selbst bei den Hausthieren eine Veränderung der wesentlichen Charaktere nicht möglich war. Bei den wildlebenden Thieren ist dies noch weniger der Fall, und es ist nachgewiesen, daß die Mumien der Thiere, welche man in den Grabstätten Aegyptens findet, und die ein Alter von mehr als 4000 Jahren besitzen, bis in die geringsten Einzelnheiten den Arten gleichen, welche noch jetzt in demselben Lande leben. Es kann also diese Hypothese der allmählichen Umänderung der Arten ebenso wenig angenommen werden, als diejenige der Entwickelung von unten nach oben hin, wie die Naturphilosophen wollten. Man hat noch nie eine neue Species entstehen sehen; — noch Niemand hat der Verwandlung einer Art in eine andere beigewohnt. Die Naturwissenschaft kennt nur Hypothesen, welche auf Beobachtungen und Analogien beruhen. Sie kann deshalb nur sagen, daß die Arten zu einer gewissen Zeit entstanden sein müssen. Ueber das Wie hingegen steht ihr kein Urtheil zu, weil sie eben keine Thatsache kennt, die sich darauf beziehen läßt.

Es wurde schon oben angeführt, daß die so verschiedenen Einschlüsse in §. 1353.
den Formationen uns zu der Annahme führen müssen, daß ebenso viele verschiedene Schöpfungsepochen existirt haben, als wir getrennte Formationen unterscheiden. Im Allgemeinen sind die Ansichten der Paläontologen darin übereinstimmend, daß die meisten Arten getrennter Formationen auch wirklich von einander verschieden seien und nur über die gänzliche Durchführung dieser Ansicht ist man verschiedener Meinung. Viele Naturforscher bestehen noch auf der Behauptung, daß eine identisch gleiche Art in verschiedenen geologischen Formationen vorkommen könne. Die Identitäts-Listen von Versteinerungen aus getrennten Formationen haben sich indessen mehr und mehr verkürzt, je mehr eigentlich gebildete Zoologen sich mit der Bestimmung der Versteinerungen beschäftigten, und auf die unterscheidenden Merkmale derselben aufmerksam machten. Indessen wird noch immer von einigen Forschern behauptet, daß jetzt lebende Arten von Muscheln auch fossil vorkommen und daß es einige wenige Arten niederer Thiere gebe, welche in zwei Formationen zugleich vorkämen. Von höheren, namentlich von Wirbelthieren dies behaupten zu wollen, ist wohl in jetziger Zeit noch Niemandem in den Sinn gekommen. Es kann hier der Ort nicht sein, auf das Detail dieser Streitigkeiten einzugehen, deren Entscheidung durchaus keinen Einfluß auf die Annahme scharf von einananber getrennter Formationen und Schöpfungsepochen haben kann. Diese bleibt bestehen, auch wenn es nachgewiesen werden sollte, daß einige wirklich identische Arten in getrennten Formationen gelebt haben; denn auch unter den günstigsten Verhältnissen erstreckt sich das Verhältniß der identischen Fossilien nicht auf ein Hunderttheil der Gesammtzahl der Versteinerungen

Jedenfalls also waren neunundneunzig Hunderttheile und mehr der in einer solchen Schöpfungsepoche lebenden Wesen neu entstanden.

§. 1354. Faßt man das oben Gesagte über die Entstehung derselben Art in zahlreichen Individuen und an entfernten Localitäten näher in's Auge, so ergiebt sich daraus, daß gewisse Typen und bestimmte Formen mit bestimmten äußeren und localen Verhältnissen in Verbindung stehen und nicht getrennt von einander gedacht werden können. In der jetzigen Schöpfungsepoche ist dieselbe Art an verschiedenen Localitäten entstanden, welche die zu ihrem Leben günstigen Verhältnisse darboten. Wenn dieses in derselben Zeit an verschiedenen Localitäten statthaben konnte, so ist es auch möglich, daß dieselben Verhältnisse in verschiedenenen Epochen wiederkehrten und diesen Verhältnissen entsprechend auch die gleichen Typen wieder entstanden, welche diesen Verhältnissen angepaßt waren. Eine neue Schöpfungsepoche kann deshalb Wesen hervorbringen, welche denen der vorigen deshalb ähnlich sind, weil ähnliche Lebensbedingungen auf's Neue hervorgerufen wurden. Oder mit anderen Worten: So gut als man annehmen kann, daß eine gewisse Art die Vernichtung der meisten mit ihr gleichzeitig lebenden Geschöpfe überstanden und in einer neuen Schöpfungsepoche fortgelebt habe, ebenso leicht und mit noch mehr Grund kann angenommen werden, daß die Art mit den anderen vernichtet wurde und nachher, als die Bedingungungen ihrer Existenz sich wiederholten, auch wieder neu entstand.

§. 1355. Bei den meisten Fossilien läßt sich erkennen, daß ihre Tödtung in Masse geschah, wahrscheinlich durch plötzliche Veränderung des Meeresniveau's, Durchbrüche von Gasarten, oder durch Versandung und Ueberschwemmung. Die meisten am Boden festgewachsenen Thiere, besonders die Muschelbänke, sind offenbar durch allmählichen Absatz von Gesteinsmassen, welche sie umhüllten, zu Grunde gegangen. Es wurde schon früher bei der Darstellung der jetzt wirkenden geologischen Kräfte auf die eigenthümliche Wechselwirthschaft aufmerksam gemacht, welche auf dem Boden des Meeres stattfindet. Viele specielle Anhäufungen solcher Thiere dagegen, welche ihren Standort ändern können, und die man in Masse an beschränkten Localitäten versteinert findet, beruhen offenbar auf plötzlichen mechanischen oder chemischen Veränderungen des Mediums, in welchem sie lebten. Was aber die Vernichtung ganzer Schöpfungen betrifft, so ist es hier kaum möglich, einigermaßen gegründete Hypothesen aufzustellen. Daß diese Vernichtung meistens mit großen Katastrophen zusammenhing, durch welche die Erde in ihrer Gesammtheit erschüttert und das Verhältniß zwischen Meer- und Festland geändert wurde, haben wir oben nachgewiesen. Die Art und Weise der Vertheilung der Versteinerungen in den Schichten deutet darauf hin, daß die Vernichtung eine plötzliche war und daß die neue Schöpfung unmittelbar auf die vorhergehende folgte. So finden sich, um nur ein Bei-

spiel anzuführen, an sehr vielen Orten die Schichten des Lias, bis in ihre obersten Lagen mit den eigenthümlichen Versteinerungen überfüllt und unmittelbar darauf in gleichförmiger Schichtung die Kalklager des unteren Ooliths mit ihren eigenthümlichen Versteinerungen. Es konnte demnach zwischen dem Beginne der einen und der Beendigung der anderen Schöpfungsepoche nur ein sehr kurzer Zeitraum verflossen sein, ein Schluß, der auch schon aus den Lagerungsverhältnissen der Schichten selbst hervorging. Es gab demnach Katastrophen von kurzer Dauer und zwar in ebenso großer Anzahl, als getrennte Formationen existiren, welche die vorhandene Schöpfung mit einem Schlage über die ganze Erde hin vernichteten und eine neue zur Folge hatten. Die Entwickelung der Organismen geschah demnach nicht stätig, sondern sprungweise durch scharf abgeschnittene Perioden. Es folgen sich Epochen ruhigen Lebens und Zerstörungen ganz wie in der Entwickelung der Gesteine Epochen ruhigen Absatzes und Hebungen ganzer Gebirge.

Die leitenden Principien, von welchen ausgehend wir die Entwickelungs- §. 1356.
geschichte der Organisation auf der Erde betrachten werden, ergeben sich aus dem Vorhergehenden von selbst. Die Art (species), sei sie nun pflanzlich oder thierisch, fassen wir als einen unveränderlichen Organisationstypus auf, der entstehen und vernichtet werden kann, aber keiner Modification fähig ist. Die Art entspricht bestimmten Lebensbedingungen, mit deren Aufhebung sie zu Grunde geht; sie ist gleichsam die lebende Realisation dieser äußeren Bedingungen. Was man bisher über Modification der Arten, über Umgestaltung derselben gesprochen hat; Alles was man von einer allmählichen Entwickelung derselben, von dem dadurch bedingten Uebergang einer Art in die andere gesagt hat, ist für uns nur leeres Stroh gedroschen, da es auf keiner beobachteten Thatsache beruht. Die physikalischen Wissenschaften haben sich einzig durch consequente Festhaltung der Thatsache aus der Ungewißheit herorgerungen; sie befolgen den Grundsatz, daß alle theoretischen Speculationen durchaus gar keine Beachtung verdienen, wenn sie nicht von dem Boden der Thatsache ausgehen, und daß sie auch dann jedes Recht der Beachtung verlieren, wenn sie sich über diesen Boden erheben. Die geologischen und zoologischen Wissenschaften müssen denselben Standpunkt einnehmen, wenn sie vorwärts kommen wollen. Bis jetzt gilt noch die Autorität viel in ihnen; man findet diese oder jene Ansicht der Discussion werth, weil sie von dieser oder jener Autorität ausgesprochen ist, wenn auch keine Thatsachen zu ihrer Begründung vorliegen.

Die Gruppirungen der Arten in Geschlechter (genera), Familien, Clas- §. 1357.
sen, Reiche u. s. w. erscheinen uns mehr oder weniger als willkürliche Scheidungen, deren genauere Begründung noch nicht in der Natur mit Bestimmtheit nachgewiesen ist. Es ist möglich, daß dies in der Folge geschehen

wird; bis jetzt aber ist dies noch nicht der Fall gewesen. Die Berechnungen über die Zahl der verschiedenen Genera, welche in diesen oder jenen Formationen vorkommen, können uns deshalb bei den nachfolgenden Betrachtungen um so weniger leiten, als sie nicht nur mit jeder neuen Bearbeitung umgestaltet werden, sondern auch einzig von der Behandlungsweise jedes einzelnen Forschers und dessen subjectiven Ansichten abhängen. Es ist in neuerer Zeit in vielen geologischen und paläontologischen Monographien Mode geworden, lange Berechnungen dieser Art anzustellen und daraus Schlüsse auf die Verbreitung, die Entfaltung der fossilen Organisationstypen zu ziehen, die aus dem angeführten Grunde alles Haltes entbehren. Wenn z. B. gesagt wird, in einer bestimmten Formation kämen zwanzig Genera von Brachiopoden vor, in einer anderen dreißig, und daraus der Schluß gezogen werden soll, daß der Organisationstypus der Brachiapoden in der einen Formation weniger stark vertreten sei, als in der anderen, so ist dieser Schluß deshalb falsch, weil Jeder nach seinen subjectiven Ansichten die Genera weiter oder enger fassen und danach verschiedene Zahlen aufstellen kann.

§. 1358. Die Kenntniß der Paläontologie kann nur durch die stete Rücksicht und die genaueste Bezugnahme auf die lebenden Organismen gefördert werden. Aus der genauen Untersuchung der in der jetzigen Schöpfung befindlichen Organisationstypen können wir uns Schlüsse auf diejenigen Wesen erlauben, deren unvollständige Reste wir in den Schichten der Erde finden. Wir haben in dem ersten Bande einzelne der vorragendsten Typen der Fossilien, welche wir kennen, abgebildet und nur die Charakteristik der Genera, welchen sie zugehören, beigefügt, da die Beschreibung der Arten uns in einem Lehrbuche zu weit geführt hätte. Es wurden dort die Versteinerungen in geologischer Reihenfolge abgehandelt, und damit zugleich die für den praktischen Geologen nützlichen Arten gegeben. In der nachfolgenden Betrachtung der Entwickelungsgeschichte der Organisation auf der Erde mußte ein anderer Gang gewählt werden. Es mußte gezeigt werden, in welcher Weise die Idee eines jeden vorragenden Organisationstypus sich während der verschiedenen Epochen der Erdgeschichte modificirt habe, und wie durch die Aufeinanderfolge dieser Typen, durch ihr Erscheinen und Verschwinden ein allmählicher Fortschritt bis zu der jetzigen Schöpfung bewerkstelligt werde.

§. 1359. Es war unmöglich, eine so genaue Kenntniß der jetzigen Organisationstypen vorauszusetzen, als zu dem näheren Verständnisse der fossilen Formen nöthig ist. Von der auf Thatsachen gestützten Ueberzeugung ausgehend, daß die jetzige Schöpfung gleichsam ein Spiegelbild der früheren sei und sich in ihren Formen niederer Stufe die Analoga jüngerer Schöpfungen finden lassen, geben wir bei dem Pflanzen- und Thierreiche eine kurze Uebersicht der in der jetzigen Schöpfung realisirten Haupttypen, und ver-

folgen die Geschichte derselben von den ältesten geologischen Zeiten her. Bei den Thieren namentlich wurde versucht zu zeigen, in welcher Weise die Entwickelung der Typen in den geologischen Epochen mit der embryonalen Entwickelung übereinstimme, so daß sich ein bestimmter allgemeiner Entwickelungsgang erkennen läßt. Bei den Pflanzen wurde diese Betrachtungsweise unmöglich, da bis jetzt von den Botanikern keine Schritte in dieser Hinsicht versucht wurden und wir offen gestehen müssen, daß die Richtung unserer eigenen Arbeiten uns nicht gestattete, in dieser Beziehung Selbstständiges zu leisten.

Betrachten wir zuerst die Pfanzenwelt in ihrer Gesammtheit, wie sie sich in der jetzigen Schöpfungsepoche auf der Erde zeigt, so erhalten wir nach dem heutigen Stande der Wissenschaft vier große Hauptgruppen, unter welchen sich die einzelnen Gebilde unterordnen. Die erste dieser Gruppen oder die Akotyledonen, deren Samen ohne Samenblätter keimen, umfaßt ohne Zweifel die niedersten Gewächse in jeder Beziehung und kann gleichsam als der Mutterboden betrachtet werden, von welchem aus die verschiedenen anderen Gruppen sich erheben. Die unterste Familie, welche einzig aus Zellen besteht, weder Stämme, noch Blätter hat, und in dem Wasser sich findet, umfaßt die Algen im süßen Wasser und die Fucoiden oder Tange als Meeresbewohner, deren gallertartige Beschaffenheit meist nur sehr unvollkommene Abdrücke in den Gesteinen zurückgelassen hat. Gleiches ist der Fall mit den Pilzen, welche schon zu höherer Vollkommenheit hinansteigen, in ihren niederen Formen hingegen ebenso unvollendete Organisation darbieten, als die Algen. Etwas höhere Stufe der Organisation, wenngleich noch immer ohne Unterscheidung einer Achse und blattartiger Gebilde, behaupten die Flechten, bei welchen schon deutlichere Reproductionsorgane als bei den Pilzen vorhanden sind. §. 1360.

Eine deutliche Achse zeigt sich bei den Lebermoosen, den Moosen und den Characeen, welche letztere indeß dadurch eine abnorme Gruppe bilden, daß sie nicht, wie die Moose und Lebermoose, Blätter und Wedel besitzen, und die Structur ihrer Reproductionsorgane auf einen Grad von Einfachheit zurückgekehrt ist, welcher sie einigermaßen den Algen näher stellt. §. 1361.

Die folgenden Gruppen der Akotyledonen unterscheiden sich wesentlich von den vorigen dadurch, daß in ihnen das Gewebe nicht nur aus bloßen Zellenanhäufungen besteht, sondern daß sich außerdem auch noch Gefäße zeigen, wie in dem Gewebe der höheren Pflanzen. Eine eigenthümliche und wohl die unterst stehende Gruppe unter diesen Gefäßakotyledonen bilden die Schachtelhalme oder Equisetaceen mit ihren zapfenartig endenden Stämmen und der scheidenartigen Umfassung der §. 1362.

Gelenke, ohne daß es zur Bildung von Blättern käme. Die Farrenkräuter dagegen erheben sich ohne Zweifel zu der höchsten Stufe der Organisation, welche unter den Akotyledonen möglich ist, und sind die einzigen unter den Akotyledonen, welche in wärmeren Klimaten sogar zu Bäumen in die Höhe wachsen. Die Lykopodiaceen oder Bärlapparten bilden gleichsam den Uebergang von den Moosen zu den Farrenkräutern.

§. 1363. In der zweiten großen Gruppe der Gewächse oder den Gymnospermen giebt sich schon ein höherer Organisationstypus kund durch die Entwickelung einer wahren Blüthe, in welcher Befruchtung stattfindet. Die Charaktere der beiden ausgezeichnetsten Familien dieser Gruppe, der Nadelhölzer oder Coniferen und der Cycadeen, wurden schon früher bei Beschreibung einiger fossilen Arten derselben angeführt.

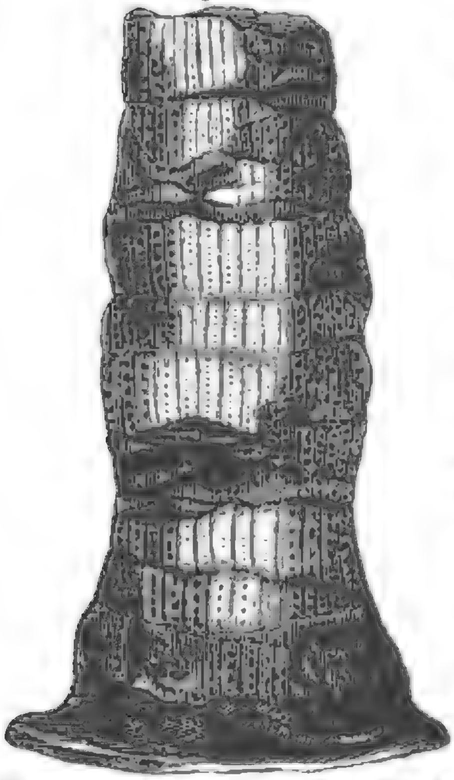
§. 1364. Die Monokotyledonen, deren Samen mit einem einzigen Blatte keimen, stellen in dem Baue ihres Stammes und ihres Embryo's eine niedrigere Organisationsstufe dar, als die Dikotyledonen, welche die höchste Blüthe des pflanzlichen Typus erreichen und einen Embryo besitzen, der mit zwei Keimblättern sproßt. Hierüber sind alle Botaniker einig, und es wäre deshalb unnöthig, näher auf die Beweise dieser Behauptung einzugehen.

§. 1365. Betrachten wir nun die Entwickelung der einzelnen Typen unter den Pflanzen, so zeigen sich die Fucoiden vor allen anderen Formen in den ältesten Schichten des silurischen Systemes, scheinen aber in den jüngeren Schichten desselben Systemes noch von einigen anderen Typen begleitet zu werden, deren nähere Erforschung noch dahinsteht. Auch in dem devonischen Systeme scheinen die Tange die einzigen Repräsentanten der Pflanzenwelt gewesen zu sein.

Man findet sie von jetzt an in allen Formationen, und zwar nähern sich, wie es scheint, ihre Formen durchaus mehr und mehr den jetzt lebenden Tangen, obgleich in dieser Hinsicht sich nichts Bestimmteres sagen läßt, da die unvollkommene Erhaltung der Ueberreste keine genauere Untersuchung zuläßt. Jedenfalls ist indeß so viel festgestellt, daß die Pflanzen wirklich in ihrer planetarischen Entwickelung von den niedrigsten Formen ausgehen, und daß diese niederen Formen sogar während einiger Zeit allein vorkommen.

§. 1366. Die Familie der Farrenkräuter beginnt zuerst in der Steinkohlenzeit mit einem ungemeinen Reichthum der Formen und einer Ueppigkeit der Entfaltung, von welcher wir in der heutigen Schöpfung keinen Begriff mehr haben. Die Farren allein bilden gewiß mehr als sieben Zehntel der in der Kohlenperiode vorhandenen Gewächse. Die Sigillarien (Fig. 455) und Sphenopteren (Fig. 456) brauchen hier nur in Erinnerung gebracht zu

Fig. 455.

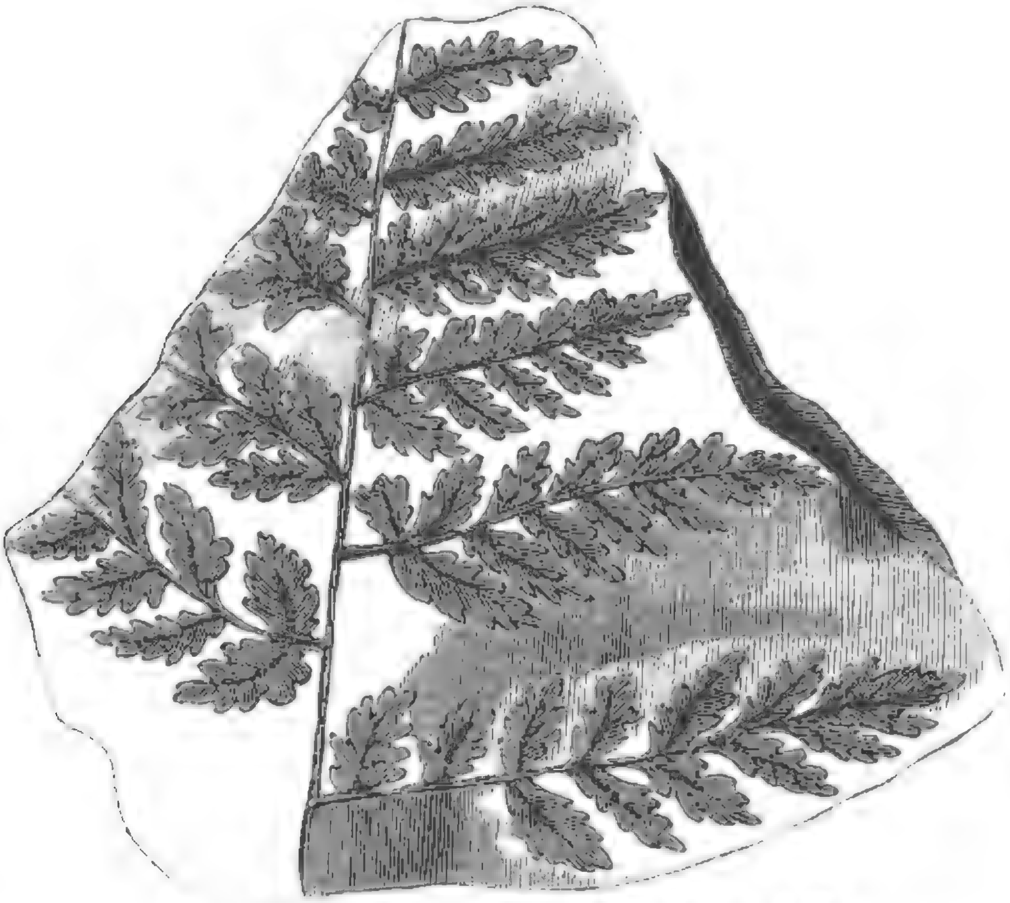


Ganzer Stamm einer Sigillaria aus einer Kohlenmine in England.

werden. Ein gleiches überwiegendes Verhältniß dieser Familie erhält sich noch in dem permischen Systeme, während in der Trias das numerische Verhältniß schon weniger zu Gunsten der Farren spricht, und in dem Jura, der Kreide und der Tertiärzeit stets mehr und mehr zurücksinkt. In diesen letzteren Gebilden fehlen auch ganz oder fast ganz die baumartigen Farren, während in den älteren Perioden die Wälder fast einzig von Farrenbäumen gebildet wurden, die alle ausgestorbenen Geschlechtern und Typen angehören.

Aehnlich verhält sich die Familie der §. 1367.
Schachtelhalme und diejenige der Bärlappe, welche in der Kohlenzeit mit riesigen Formen beginnen und Bäume bilden, deren Größe derjenigen der Kohlenfarren nichts

Fig. 456.

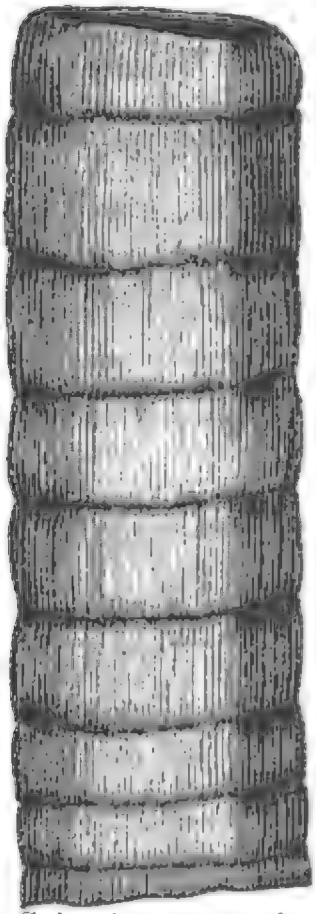


Sphenopteris Schlotheimii. Von Saarbrück

nachgiebt, wie die Calamiten (Fig. 457) und Lepidodendren (Fig. 458 a. f. S.) beweisen. Allmählich aber sinken auch diese Familien sowohl in Größe der Stämme als auch in numerischer Hinsicht in der Reihe der Forma-

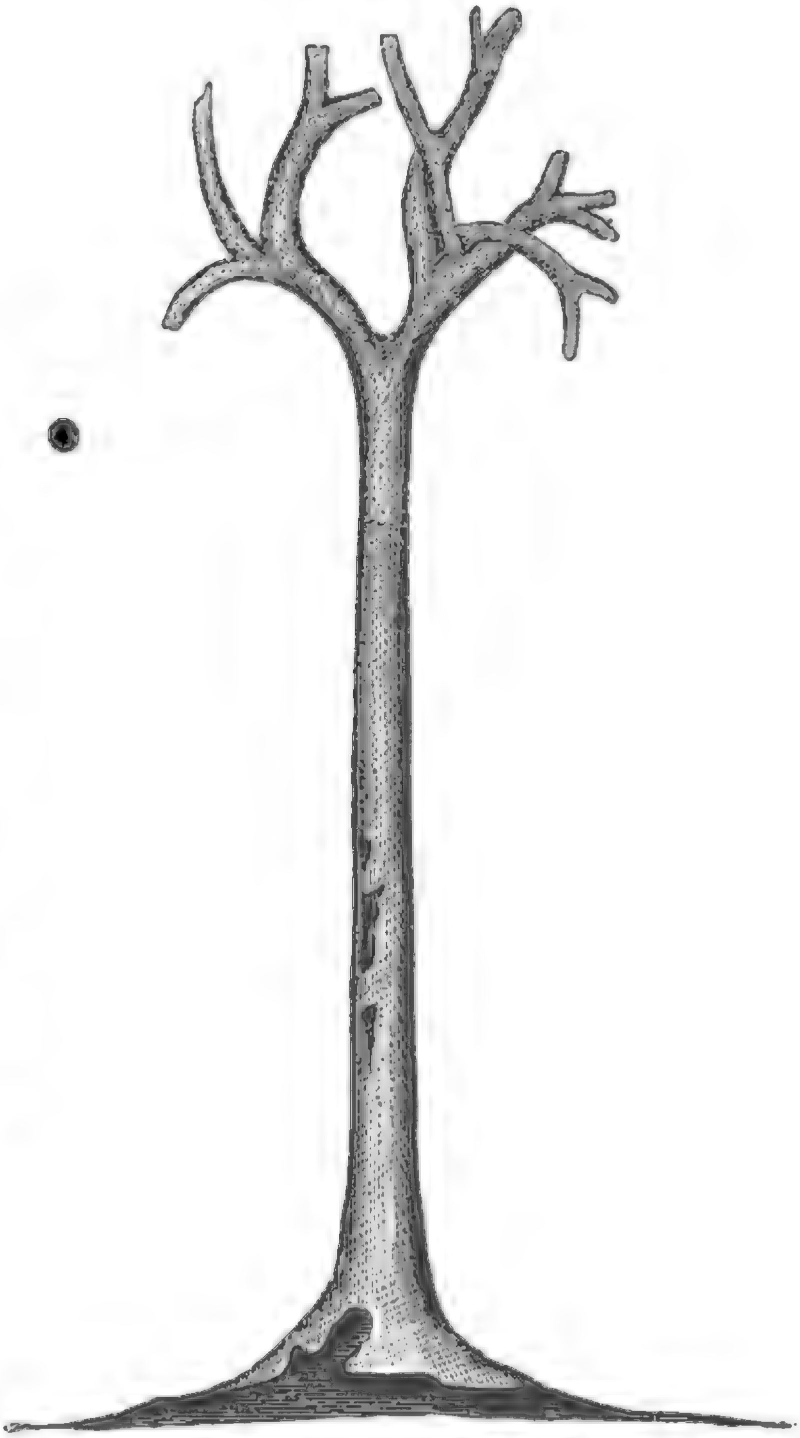
tionen zurück. Doch erhalten sich die Equisetaceen oder Schachtelhalme noch in der Trias mit gewaltigen Formen, welche später verschwinden.

Fig. 457.



Calamites approximatus.
Von Waldenburg.

Fig. 458.



Lepidodendronstamm mit seinen Aesten aus dem böhmischen Kohlengebirge.

In der Kreide wie in der Tertiärzeit sind beide Familien schon auf dasselbe Verhältniß reducirt, in welchem sie heut zu Tage sich zeigen.

§. 1368. Die Coniferen beginnen ebenfalls in der Steinkohlenepoche mit mehrfachen Geschlechtern, deren Stellung noch nicht bestimmter ermittelt ist. Sie entwickeln sich hauptsächlich in den Schichten der Trias, in welchen

sie den größten Theil der vorhandenen Gewächse bilden und wo namentlich die den heutigen Araucarien nahe stehenden Voltzien (Fig. 459) und Al-

Fig. 459.

Voltzia heterophylla. Aus den Vogesen.
Endzweige, Mittelzweige und Fruchtzweige.

Fig. 460.

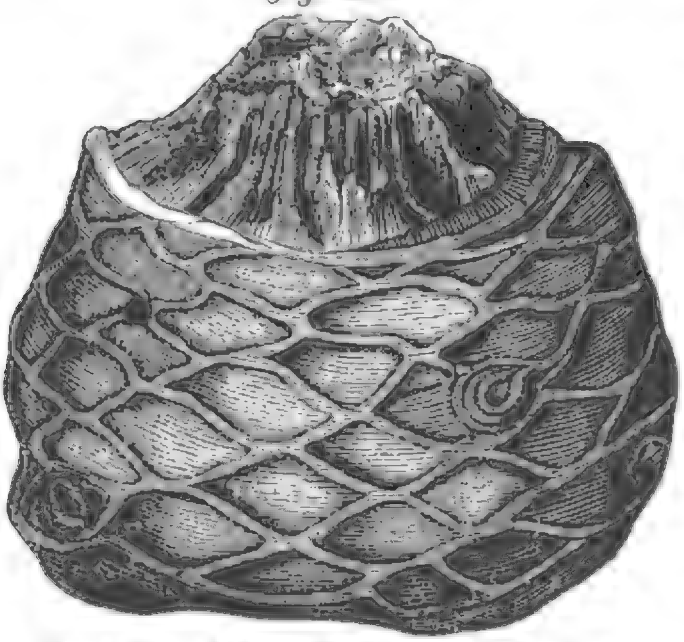
Albertia elliptica.
Aus den Vogesen (Bad Sulz).

bertien (Fig. 460) sich auszeichnen. Auch in dem Jura zeigen sie noch ein bedeutendes numerisches Verhältniß, welches in der Kreide und der Tertiärzeit mehr zurücksinkt, wenngleich auch Nadelhölzer zu den Wäldern der Braunkohlenformation einen bedeutenden Beitrag geliefert haben.

Die andere Familie der §. 1369.
Gymnospermen oder die Cycadeen beginnen mit einigen wenigen Repräsentanten in der Trias, also später als die Nadelhölzer, erreichen aber eine überraschende Entwickelung in dem Jura, in welchem sie ganze Wälder bilden, die bei den kurzen kugelförmigen Stämmen der Cy-

caditen (Fig. 461) ein sehr eigenthümliches Aussehen gehabt haben müssen.

Fig. 461.



Cycadites (Mantellia) megalophyllus.
Aus dem Kalke der Insel Portland.

Indessen findet diese Wälderbildung durch Cycadeen nur im Jura Statt, während sie in der Kreide auf wenige Arten zurücksinken und in den Tertiärgebilden bis jetzt noch nicht aufgefunden wurden.

§. 1370. Die Monokotyledonen scheinen zum ersten Male ebenfalls in der Trias aufzutreten, wenn auch nur mit sehr wenigen Repräsentanten. In dem Jura sind sie ebenfalls sehr selten, erst in der Kreide erhalten sie eine bedeutendere Entwickelung, und in den Tertiärgebilden zeigen sie sich etwa in demselben Verhältnisse, wie in der jetzigen Schöpfung. Ihr Vorkommen in den Steinkohlengebilden erscheint äußerst zweifelhaft, da diejenigen Versteinerungen, welche man als Reste von ihnen ansah, bei genauerer Untersuchung sich zu anderen Pflanzentypen stellten.

§. 1371. Die Dikotyledonen endlich, ohne Zweifel die entwickeltste Pflanzenform, erscheinen erst in der Kreide, während man früher keine Spur von ihnen antrifft, und es zeigt sich also auch hier das allmähliche Fortschreiten der Vegetation von niederem zu höherem Typus.

§. 1372. Betrachtet man die planetarische Entwickelung des Pflanzenreichs im Allgemeinen, so lassen sich darin sehr wohl einige Perioden abstecken, welche durch stets höhere Organisation ausgezeichnet sind. Das Reich der Akotyledonen begreift sämmtliche ältere Schichten bis zum Ende des permischen Systemes, und man könnte es wieder untertheilen in das Reich der Algen oder die baumlose Vegetationsperiode, welche mit den Uebergangsgebilden endet, und dasjenige der Farren, welches mit den Steinkohlen beginnt. Die Akotyledonen erreichen zu dieser Zeit den höchsten Gipfelpunkt ihrer Entwickelung. Sie bilden anfangs allein, später zu mehr als neun Zehntheilen die gesammte Vegetation, und wären nicht die wenigen Repräsentanten der Nadelhölzer in der Steinkohle, so würden die Farren unbedingt als der höchste Typus gelten, welchen die pflanzliche Organisation zu dieser Zeit erreichen kann. Jedenfalls ist diese Periode insofern das Reich der Farren, als diese den Hauptbestandtheil der Wälder ausmachten.

Eine zweite Periode könnte man als das Reich der Gymnosper-
§. 1373. men bezeichnen, indem diese vorwiegend von der Trias bis zu dem Be-

ginne der Kreide entwickelt sind. Auch hier lassen sich wieder zwei Abtheilungen anbringen, indem die Trias durch die Mannichfaltigkeit der Nadelhölzer als das Reich der Coniferen, der Jura hingegen als das Reich der Cycadeen bezeichnet werden müßte, aus dem Grunde, weil nur in dieser letzteren Periode wirkliche Wälder von Cycadeen existiren, während in den Triaswäldern die Coniferen weitaus überwiegen und die baumartigen Farren auf wenige Repräsentanten zurückgedrängt sind.

Das Reich der Dikotyledonen endlich beginnt mit der Kreide und setzt sich in die neueste Zeit fort, wo diese Klasse einen Reichthum von Formen erschließt, der trotz aller Bemühungen der Beobachter noch nicht gehörig gesichtet ist. §. 1374.

Bei einer Betrachtung der Grundformen der jetzigen Thier-Schöpfung zeigt sich bald, daß dieselbe nicht auf einen einzigen Typus zurückführt werden könne, sondern daß mehre allgemeine Organisationstypen vorhanden sind, welchen sich die einzelnen Thiere unterordnen. Man hat deshalb das Thierreich in vier besondere Reiche zerspalten, die Strahlthiere oder Radiaten, die Weichthiere oder Mollusken, die Gliederthiere oder Articulaten und endlich die Wirbelthiere oder Vertebraten. Jede dieser Klassen zeigt in der ganzen Organisation wesentliche Eigenthümlichkeiten, die wir etwas näher betrachten wollen, um daran unsere Ansichten über die Entwickelung der Organisation während der verschiedenen geologischen Epochen anknüpfen zu können. §. 1375.

Bei den Strahlthieren, zu welchen die Polypen und Echinodermen gehören, gruppiren sich die Organe strahlenförmig um einen Mittelpunkt oder um eine senkrechte Axe. Meist zeigt sich diese strahlenförmige Anlage am deutlichsten in den äußeren Fang- oder Bewegungsorganen, in den einziehbaren Tentakeln, welche im Kreise um den in der Axe gelegenen Mund stehen, in den Füßchen und Ambulacren, welche zur Bewegung und Athmung dienen. Nicht minder häufig zeigt sich die strahlenförmige Gruppirung in den inneren Theilen, welche der Geschlechts- und Athmungsfunction vorstehen, während die Verdauungshöhle selbst meist in der Mitte gelegen ist und einen einfachen Schlauch mit oder ohne Afteröffnung darstellt. Das Nervensystem, wenn es überhaupt gesondert vorhanden ist, zeigt sich in Gestalt eines Ringes, welchen kreisförmig die Axe des Thieres umgiebt und in die einzelnen Strahlen Zweige aussendet. In dieser Klasse, welche ohne Zweifel die niedrigsten und unvollkommensten Thiere in sich faßt, zeigen sich hauptsächlich und fast ausschließlich jene eigenthümlichen Erscheinungen des Generationswechsels, durch welche die Thiere erst nach Verlauf einer oder mehrer Generationen und nach Durchwanderung der verschiedensten Formgestalten zu dem Typus der Eltern zurückkehren. Da diese Thiere alle ohne Ausnahme im Wasser und die §. 1376.

meisten derselben sogar in der See leben, so ist die Art ihrer Entwickelungsgeschichte noch nicht genauer bekannt, und nur einzelne Thatsachen daraus lassen sich vor der Hand angeben. Am verwirrendsten wirkt hierbei eben der Umstand, daß die Thiere wegen der Aenderungen des Generationswechsels so wesentlich verschiedene Formen darstellen, eine so verschiedene Lebensweise besitzen, daß ihre Verfolgung durch ihre verschiedenen Stadien hindurch äußerst mühsam geworden ist.

§. 1377. In geologischer Hinsicht sind unter den Strahlthieren nur diejenigen zwei Klassen von besonderer Bedeutung, welche durch Fixirung kohlensauren Kalkes sich eine Schale oder ein Skelett bereiten, das sich durch Versteinerung erhalten kann. Die schleimigen Quallenthiere, welche keine feste Substanz enthalten, können auch in den abgelagerten Schichten nicht wohl erhalten sein. Die eigentlichen Infusorien, welche ebenfalls zu den Strahlthieren gehören dürften, hat man erst in der neuesten Zeit als gesteinbildendendes Moment erkannt und ihre Unterscheidung ist durchaus nicht so weit vorgerückt, daß man sie in irgend einer Weise als festgestellt betrachten könnte.

§. 1378. Betrachtet man die Klasse der Strahlthiere, wie sie in der jetzigen Schöpfung lebend repräsentirt ist, in ihrer Gesammtheit, so ist eine allmähliche Entwickelung derselben zu einer vollkommeneren Organisation unverkennbar. Die Infusorien stellen ohne Zweifel die niedrigste Form dar. Bei ihnen zeigen sich noch keine getrennten Geschlechtstheile. Das ganze Thier besteht oft nur aus einer einzigen Zelle, welche im Inneren ausgehöhlt ist zur Aufnahme der Nahrung, und auf deren Außenfläche bewegende Vorstenwimpern sich finden. Die Entwickelung der Infusorien und ihre Fortpflanzung geschieht meistens durch Quertheilung, wodurch zwei dem Mutterthiere ähnliche Junge entstehen, die sich von Neuem durch Spaltung fortpflanzen.

§. 1379. Der Typus des Infusorienbaues wiederholt sich, soweit man bis jetzt Untersuchungen angestellt hat, bei den Jungen sämmtlicher Strahlthiere ohne Ausnahme. Die Jungen der Medusen, die aus Eiern erzeugten Jungen der Polypen, höchst wahrscheinlich auch die der Echinodermen sind in der ersten Periode ihres Lebens infusorienartige Geschöpfe, auf deren Oberfläche Wimpern entwickelt sind, mit Hülfe derer sie frei im Wasser umherschwärmen. Aus dieser ursprünglichen Infusorienform, in welcher meistens die Strahlenstellung der Organe nicht erkannt werden kann, entwickelt sich dann später die eigenthümliche Gestalt, welche den höheren Thieren der Klasse angehört.

§. 1380. Die Polypen zeigen schon eine größere Mannichfaltigkeit der Organe und somit auch eine höhere Ausbildung des strahligen Typus, als die Infusorien. Die Thiere selbst sind weich, walzenförmig, mit einem centralen Munde, der in einen einfachen in der Axe gelegenen Darm führt. Die

Eierstöcke sind bei allen Polypen, welche nicht eine dem Generationswechsel angehörende Uebergangsform darstellen und dann geschlechtslos sind, deutlich in mehrfacher Zahl entwickelt und strahlenförmig um den Darm gruppirt. Die Jungen, welche sich aus den Eiern entwickeln, sind anfänglich infusorienartig, schweifen mittelst ihrer Wimpern freischwimmend umher, setzen sich endlich fest und wachsen zu Polypen aus. Die gewöhnlichere Fortpflanzungsart der Polypen besteht hingegen in der Ausbildung von Knospen und Sprossen, welche mit dem Mutterthiere im Zusammenhange bleiben und so allmählich ganze Stöcke bilden, die durch den Absatz kalkiger Materie in fortdauernder Form erhalten werden.

Die vollkommenste Organisation unter den Strahlthieren zeigen die §. 1381.
Echinodermen, deren kalkiges Skelett einen äußerst zusammengesetzten Bau und dadurch für den Zoologen eine Menge von Charakteren darbietet welche zur genaueren Bestimmung der Arten dienen können. Zwei Hauptgruppen dieser Thiere, die Seesterne (Asteriden) und Seeigel (Echiniden), sind hauptsächlich in paläontologischer Hinsicht interessant, während die Sternwürmer oder Holothurien bis jetzt nur in unbestimmbaren Ueberbleibseln fossil beobachtet wurden. Die Seesterne selbst zeigen den unentwickelteren Typus dieser Klasse. Bei den einen, den Asterien, ist der Körper selbst in Strahlen ausgezogen, in welchen alle Organe sich symmetrisch wiederholen und bis in die äußerste Spitze derselben fortsetzen. Die Scheibe, von welcher diese Strahlen ausgehen, zeigt in dem Mittelpunkte den Mund, der in eine einfache Darmhöhle mit oder ohne After führt, welche sich in die Strahlen fortsetzt. Eine von den Asterien wesentlich verschiedene Grundform bieten diejenigen seesternartigen Geschöpfe dar, welche unter der Familie der Ophiuren und Comatulen begriffen werden und bei welchen die Organe der Verdauung, der Athmung und der Geschlechtsfunction nur in der mittleren centralen Körperscheibe liegen, sich aber nicht in die Strahlen fortsetzen. Diese letzteren sind nur Bewegungs- und Fangorgane und verästeln sich deshalb oft sehr bedeutend. Es trennen sich diese Thiere in zwei Hauptabtheilungen. Die einen, die eigentlichen Ophiuren, sind frei und kriechen umher, während die anderen, die Meerlilien oder Crinoiden, durch einen Stiel an dem Boden befestigt sind.

Unsere Kenntniß der Entwickelungsgeschichte dieser Gruppe der Echino- §. 1382.
dermen aus dem Ei bietet noch nicht diejenige Vollständigkeit dar, welche die Wichtigkeit des Gegenstandes erheischen dürfte. Die meisten Seesterne zeigen ihre Strahlen nach der Fünfzahl combinirt, eine Anordnung, welche alle Symmetrie im Baue auszuschließen scheint. Bei den jungen Asterien zeigt sich indeß dadurch eine offenbare Annäherung zu einer symmetrischen Form, daß anfangs die Scheibe nur vier Strahlen besitzt, welche symmetrisch zu beiden Seiten einer Linie stehen, in welcher der fünfte un-

paarige Strahl hervorwächst. Die erste Jugend der Seesterne wird, ohne Zweifel im infusorienartigen Zustande, in einer durch das Mutterthier gebildeten Bruthöhle zugebracht, und die verschiedenen Phasen, welche das Junge durchläuft, scheinen darauf hinzudeuten, daß das Junge nach dem infusorienartigen Zustande durch Entwickelung eines beutelartigen Leibes, um dessen eines Ende sich die anfänglich symmetrisch vertheilten Strahlen gruppiren, sich der Form eines Polypen annähert und erst zuletzt den fünfstrahligen Bau erhält.

§. 1383. Die Entwickelung der Meerlilien und Ophiuren bietet, so weit sie bis jetzt bekannt ist, einige für die Paläontologie äußerst wichtige Momente dar. Bis in die neueste Zeit kannte man keine lebenden Arten von Meerlilien anderswo, als in dem Meere der Antillen, wo man von Zeit zu Zeit ein Exemplar aus der Tiefe fischte. Es findet sich aber in der Nordsee an den Küsten von England und Irland ein kleines, meist nur wenige Linien langes Thierchen, das mit einem kalkigen gegliederten Stiele festgeheftet ist, fünf zweitheilige Arme besitzt, welche offenbar ebenfalls aus kalkigen Gliedern bestehen, und das unter dem Namen Pentacrinus Europaeus anfänglich beschrieben wurde. Genauere Untersuchungen zeigten indessen, daß diese kleine niedliche Meerlilie nur eine Entwickelungsform einer gewöhnlichen Comatula sei, eines Haarsternes mit vielfach vertheilten Armen, daß der Stiel allmählich schwinde, das Thierchen sich von demselben loslöse und dann frei umherkrieche. Es zeigt sich also hier ein bestimmtes Verhältniß zwischen den gestielten Meerlilien einerseits und den stiellosen Comatulen andererseits, und der Umstand, daß die letzteren zu einer gewissen Zeit ihres Lebens, in ihrem Jugendzustande, durch einen Stiel festgeheftet sind, findet, wie wir sehen werden, in der Paläontologie eine bedeutungsvolle Anwendung.

§. 1384. Die Seeigel oder Echiniden bieten den entwickeltsten Organisationstypus unter denjenigen Strahlthieren, welche zugleich fossil vorkommen. Sie besitzen meist Kugel- oder Scheibenform, eine äußerst complicirte, aus einzelnen Stücken zusammengesetzte Kalkschale und zeigen in der Aenderung und Gruppirung ihrer Organe meist sehr deutlich eine Hinneigung zu seitlicher Symmetrie, die sich besonders in einigen Familien sehr bestimmt ausspricht. Der Mund liegt meistens auf der unteren Fläche, der After bald central gegenüber, bald mehr oder minder weit hinten, oft selbst unmittelbar neben dem Munde auf derselben Fläche des Körpers. Gerade in dieser Lagerung des Mundes und des Afters läßt sich das Vorne und Hinten an diesen Thieren unterscheiden, während die Lagerung der Athmungsorgane sowie der Geschlechtsorgane und der Fühlergänge (Ambulacren) die strahlenförmige Anordnung erkennen läßt. „Die Schale selbst ist aus einzelnen Platten zusammengesetzt, auf welchen meist bewegliche Stacheln stehen. Ueber die Entwickelung der Echiniden sind durchaus noch keine

ausführlichen Beobachtungen gemacht. Es ist nur wahrscheinlich, daß sie in ihrem Jugendzustande verschiedene Formen durchlaufen und sich deshalb bisher den Beobachtungen entzogen. Man hat von einigen Seeigeln sehr junge Exemplare beobachtet, welche schon eine vollständig ausgebildete Schale besaßen, deren Tafeln aber noch nicht in so großer Zahl vorhanden waren, als bei den erwachsenen Thieren.

Die Klasse der Weichthiere oder Mollusken zeigt in denjenigen §. 1385.
Gruppen, welche auch fossil vorkommen, eine große Mannichfaltigkeit der Formen und mehre deutlich unterschiedene Typen, deren Organisation an Vollkommenheit zunimmt. Bei allen Mollusken sind die Organe symmetrisch in Beziehung zu einer Ebene gelagert, welche in vielen Fällen spiralig aufgewunden ist, oft aber auch in gerader Linie von vorn nach hinten läuft.

Die Muschelthiere oder Acephalen bieten ohne Zweifel den §. 1386.
niedrigsten Typus derjenigen Weichthiere dar, welche für die Paläontologie von Interesse sind. Allgemein besitzen diese Weichthiere zwei harte kalkige Schalen, welche oben durch ein mehr oder minder complicirtes Schloß an einander befestigt sind, nach unten aber sich klappenartig öffnen, um das Bewegungsorgan, den Fuß, durchzulassen. Die symmetrische Anlagerung der Organe zu beiden Seiten einer senkrechten Ebene, welche zwischen den beiden Schalen durchgeht, ist in dem Mantel, den blätterigen Kiemen, der Lagerung des Mundes, Afters, des Herzens und des Nervensystemes deutlich erkennbar. Eine scheinbare Ausnahme von dieser symmetrischen Anordnung scheinen nur die Brachiopoden zu machen, bei welchen man auf den ersten Blick glauben sollte, daß die Ebene, in Beziehung zu welcher die Organe symmetrisch sind, nicht in gleicher Richtung mit den Schalenrändern, sondern quer durch die Schale selbst gelegt werden müsse und und somit diejenige der anderen Muschelthiere unter einem rechten Winkel schneide. Die Ungleichheit der Schalen der Brachiopoden scheint allerdings für diese Annahme zu sprechen, während im Gegentheil die Anordnung der inneren Organe die gewöhnliche Symmetrie nachweist. Im Uebrigen bietet diese Abtheilung der Muschelthiere durch den eigenthümlichen Bau der Fangarme eine wesentliche Verschiedenheit von den gewöhnlichen Muscheln.

Die Entwickelungsgeschichte der Muschelthiere, so weit sie bis §. 1387.
jetzt bekannt ist, bietet nur noch einige Anhaltspunkte, aus welchen man entnehmen könnte, welche Grundform derselben höher entwickelt sei, als die andere. Man hat bis jetzt nur die Jungen der gewöhnlichen Malermuscheln (Unio und Anodonta) beobachtet, welche während einiger Zeit in den Kiemenfächern der Mutter ausgebrütet werden. Die Gestalt dieser Jungen ist so eigenthümlich und so sehr verschieden von derjenigen der Mutter, daß einige Naturforscher dieselben für Schmarotzerthiere zu halten geneigt waren. Die Schalen sind zwar symmetrisch, allein sehr stark bauchig und

mit gefalteten Zahnrändern versehen, welche wechselseitig in einander greifen, und der jungen Muschel eine große Aehnlichkeit mit gewissen Arten von Terebrateln geben. Diese Aehnlichkeit wird noch erhöht durch die Anwesenheit gewisser spiralartig gewundener Organe im Inneren der jungen Muschel, welche, wie es scheint, zum Oeffnen der Schalen dienen, und auf den ersten Blick an die spiraligen Arme der Brachiopoden erinnern. Diese Thatsachen begründen ohne Zweifel eine entfernte Aehnlichkeit der jungen Muscheln mit Brachiopoden, und deuten somit darauf hin, daß die Organisation dieser letzteren im Verhältnisse zu den übrigen Muschelthieren eine niedere Entwickelungsstufe einnehmen. Es bedarf indeß noch näherer Untersuchungen, um diese Aehnlichkeit genauer zu begründen. Unzweifelhaft besitzen diese Embryonen der Malermuscheln nur einen Schließmuskel der Schale, der sich später theilt; — ein Beweis, daß die einmuskeligen Acephalen in ihrer Entwickelung hinter den zweimuskeligen zurückstehen.

§. 1388. Die Gasteropoden oder Bauchfüßler stehen ohne Zweifel im Verhältnisse zu den Muschelthieren auf einer weit höheren Stufe der Organisation, wie schon die Existenz eines deutlich geschiedenen Kopfes mit ausgebildeten Sinnesorganen beweist. Bei den meisten derselben ist die Ebene, zu deren beiden Seiten die Organe symmetrisch gelagert sind, spiralig aufgewunden, und selbst in denjenigen Schalen, welche keine vollständigen Windungen besitzen, zeigt sich doch meist die Tendenz dazu deutlich ausgesprochen. Die meisten Gasteropoden besitzen eine kalkige Schale, nur wenige derselben sind nackt, und auch diese sind in der Jugend von einer Schale umschlossen, welche im Alter abgeworfen wird.

§. 1389. Die Untersuchungen, welche man bis jetzt über die Entwickelungsgeschichte der Gasteropoden angestellt hat, bieten noch nicht denjenigen inneren Zusammenhang dar, welcher nothwendig ist, um den mehr oder minder hohen Grad der Ausbildung nachzuweisen, welcher die Organisation des erwachsenen Thieres erreicht hat. Nur so viel hat sich bis jetzt gezeigt, daß die Gehäuse der Jungen, welche entweder noch in dem Ei sich befinden oder aber nur erst kurz aus demselben ausgeschlüpft sind, stets eine sehr einfache Gestalt besitzen, und daß namentlich die Mundöffnung derselben stets ganzrandig ist, und eine mehr oder minder rundliche Form besitzt. Ebenso erscheinen die jugendlichen Schalen meist in sehr ungünstigem Verhältnisse zu der verhältnißmäßigen Weite der Mundöffnung, so daß sie im Allgemeinen mehr becher- oder mützenförmig erscheinen. Die Organisation der Jungen selbst ist in vielen Punkten wesentlich verschieden von derjenigen der erwachsenen Thiere, und am deutlichsten zeigt sich diese Verschiedenheit in den Bewegungsorganen. Diese sind anfänglich mehr auf das Schwimmen, als auf das Kriechen berechnet. Zwei große häutige Segel mit Flimmerhaaren besetzt vermitteln diese schwimmende Fortbewegung,

während der Fuß, welcher dem erwachsenen Thiere zur Fortbewegung dient, bei den Jungen meist in seiner ganzen Ausdehnung auf einem hornigen Deckel befestigt ist und nur zum Oeffnen und Schließen der Schale dient. Berücksichtigt man diese verschiedenen Momente, so scheinen diejenigen Familien der Gasteropoden, in welchen die Oeffnung der Schale ganzrandig und bedeutend groß ist, bei welchen der Fuß reducirt und weniger entwickelt ist, und wo ein bedeutend großer Deckel existirt, welcher die Mundöffnung vollständig schließen kann, einem niederen Organisationstypus anzugehören.

Die Cephalopoden oder Kopffüßler zeigen ohne Zweifel in ihrer §. 1390.
Organisation den Gipfelpunkt, zu welchem der Typus der Weichthiere gelangen kann. Bei den meisten derselben ist die Ebene, um welche sich die Organe symmetrisch anlagern, vollkommen gerade, und nur bei denjenigen, welche gekammerte Schalen besitzen, zeigt sich die Aufrollung dieser Ebene in spiraliger Form. Leider bietet die Entwickelungsgeschichte dieser Thiere, so weit sie bis jetzt bekannt ist, noch keinen Anhaltspunkt für die Abschätzung des Werthes der Verschiedenheiten, welche ihre Organisation zeigt. Man kennt bis jetzt nur die Entwickelung der nackten Dintenfische, welche unsere Meere bewohnen, während diejenige des Nautilus und der Spirula, der einzigen jetzt lebenden Cephalopoden mit gekammerter Schale durchaus unbekannt ist. Jedenfalls zeigt sich der große Unterschied von den Gasteropoden, daß die nackten Cephalopoden in ihrer Jugend keine Schalen besitzen, welche sie im Alter abwerfen, und daß selbst die Argonauta, welche eine ungekammerte Schale besitzt, derselben in ihrer Jugend entbehrt und schalenlos aus dem Ei schlüpft. Die Anordnung der inneren Organe bei den jungen Dintenfischen und deren allmähliche Entwickelung hat noch keinen Anhaltspunkt ergeben, aus welchem erschlossen werden könnte, daß die Organisationsstufe der Dintenfische eine höhere sei, als diejenige des Nautilus, wie dies doch aus anderen Gründen zu vermuthen steht.

Die Gliederthiere, welche in ihren mannichfaltigen Formen und §. 1391.
Geschlechtern die größte Zahl der jetzt lebenden Geschöpfe ausmachen, erscheinen in geologischer Hinsicht von ziemlich untergeordneter Bedeutung. Das große Heer der Insecten hat zwar hie und da in feinkörnigen Kalken der Jurazeit und der Tertiärgebilde Abdrücke hinterlassen, deren genauere Bestimmung indessen bis jetzt noch wenig versucht worden ist. Die Gliederthiere stellen aber noch mehre Grundtypen der Formen dar, unter welchen für unseren Zweck hauptsächlich nur die Anneliden und Krustenthiere einer näheren Beleuchtung bedürfen, da nur sie allein und besonders die letzteren Ueberreste in größerer Menge und in sehr verschiedenen Formationen hinterlassen haben.

Von den Anneliden oder Ringelwürmern sind es hauptsächlich §. 1392.

nur die Röhrenbewohner, deren kalkige Hüllen in versteinertem Zustande aufbewahrt sind. Bei diesen Würmern, deren noch jetzt viele an den Ufern des Meeres wohnen, tritt uns das auffallende Beispiel einer rückschreitenden Metamorphose entgegen, indem nämlich die Jungen zu einer gewissen Zeit weit höher ausgebildet sind, und frei im Meere umherschweifen, während die Alten mit verkümmerten Sinnesorganen in ihren Röhren befestigt sitzen. Die Entwickelung dieser Sippe der Anneliden zeigt schon die Hinneigung zu dem Typus der Strahlthiere, welcher unverkennbar durch einige höhere Formen nackter Echinodermen an den Typus der Anneliden sich anschließt. Die Jungen der Röhren-Anneliden haben unmittelbar nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei die Form von Infusorien und bewegen sich wie diese mittelst eines Kranzes von Flimmerhaaren. Nach und nach bekommt dieses Junge Glieder, lebt einige Zeit mit entwickeltem Kopfe und Sinnesorganen als frei umherschweifender Wurm und baut sich alsdann ein Gehäuse, in welchem es nach und nach die Sinnesorgane verliert und besonders an dem Kopf bedeutende Metamorphosen erleidet.

§. 1393. Wichtiger für die Paläontologie als die Anneliden, deren Reste sich kaum genauer bestimmen lassen, sind die Crustaceen, bei welchen sich wieder sehr wesentlich verschiedene Organisationsformen finden, welche die Stufenreihe eines mehr und mehr sich vervollkommnenden Baues bilden. Auf der untersten Stufe der Crustaceen stehen ohne Zweifel die Kiemenfüßler oder Phyllopoden, meistens kleine Krebschen, deren Füße nicht mehr zum Gehen dienen, sondern in blätteriger Form und ziemlich großer Anzahl an der Unterfläche des Bauches angebracht sind, und sowohl zur Ortsbewegung als auch zur Athemfunction bestimmt sind. Zuweilen sind diese Wasserbewohner noch mit zweiklappigen Schalen versehen, welche allein gefunden für Muschelschalen gehalten werden könnten, wenn nicht der Mangel eines Schlosses und blätteriger Anwachsstreifen sowie ferner die ganze Structur der Schale die wahre Natur derselben erkennen ließe.

§. 1394. Eine höhere Organisationsstufe scheinen die Entomostraken einzunehmen, deren Füße nicht mehr blattförmig sind, sonderen borstenförmige Ruder bilden, welche nicht mehr zur Respirationsfunction geeignet erscheinen. Es bieten diese Thierchen, welche in allen süßen und salzigen Wassern vorkommen, hauptsächlich deswegen viel Interesse für die Paläontologie dar, weil die schalentragenden Cyprisarten, die ihnen angehören, oft ganze Schichten von Süßwasserkalken bilden, und weil ferner die zu den Entomostraken gehörenden Monokeln (Cyclops) den Ausgangspunkt einer Gruppe bilden, zu welcher die sonderbaren Rankenfüßler oder Cirrhipeden gehören. Diese Thiere, deren Schalen man in großer Anzahl schon in den Schichten der Kreide antrifft, wurden früher zu den Mollusken gezählt, so abweichend ist die Form und Organisation der älteren Thiere von dem gewöhnlichen

Baue der Krustenthiere. Im entwickelten Zustande sind die Rankenfüßler mit ihrem Rücken entweder durch einen Stiel oder unmittelbar an die Gesteine oder andere Körper festgeheftet, und von einer Schale umhüllt, die immer aus mehren beweglichen Stücken besteht und bald zweiklappig ist, bald auch einem oben offenen Glase ähnlich sieht, dessen Oeffnung durch zwei oder vier bewegliche Klappen geschlossen werden kann. Die Cirrhipeden haben die vollständigste rückschreitende Metamorphose, welche wir im ganzen Thierreiche kennen, denn während die Jungen zusammengesetzte Augen, Fühler an dem Kopfe, und gegliederte Schwimmfüße besitzen, und in Allem den Entomostraken sehr ähnlich sehen, haben die Alten Augen und Fühler verloren, und ihre Füße sind in lange gewundene Ranken verwandelt, welche nicht mehr zur Ortsbewegung, sondern nur als Fangorgane dienen. Eine ähnliche rückschreitende Metamorphose, welche ebenfalls von dem Typus der Entomostraken ausgeht, erleiden auch die Schmarotzerkrebse, welche wir indeß hier ebenso wie mehre andere Familien, die nicht fossil vorkommen, übergehen können.

Den höchsten Typus der Entwickelung zeigen die Dekapoden oder §. 1395.
zehnfüßigen Krebse, welche auch im fossilen Zustande vorkommen. Bei diesen Thieren ist die Zahl der Körperringe sowie der Bewegungs-, Kau- und Tastorgane äußerst gesetzmäßig, wie denn überhaupt die höher stehenden Crustaceen unter allen Thieren die größte Symmetrie im Bau und das genaueste Festhalten an gesetzmäßigen Zahlenverhältnissen zeigen. Unter den Dekapoden unterscheiden sich wieder als höher stehender Organisationstypus die kurzschwänzigen Dekapoden oder die Brachyuren, welche zum Theil mehr zu dem Aufenthalte auf dem festen Lande bestimmt sind und zu denen die Krabben oder Taschenkrebse gehören, während die Makruren, deren langer Schwanz mehr zum Schwimmen eingerichtet ist und unter welche die gewöhnlichen Fußkrebse und Hummer eingereiht werden, eine niedere Organisationsstufe behaupten.

Die Entwickelungsgeschichte der Crustaceen ist namentlich von §. 1396.
den höheren Dekapoden zur Genüge bekannt, und läßt gewisse Analogien entdecken, welche den eben angegebenen Organisationstypen entsprechen. Bei allen Dekapoden sind die Kiemen in einer besonderen Höhle unter dem Panzer verborgen, während die Kiemenfüßler dieselben, wie schon oben bemerkt, frei unter dem Bauche tragen. Der Embryo der Dekapoden zeigt ebenfalls bei seiner ersten Bildung die Kiemen frei als Anhänge der Körperringe unten am Bauche und erst bei fortschreitender Entwickelung werden dieselben von dem Panzer überwölbt, und dem Blicke entzogen. Es zeigt sich also hier eine deutliche Annäherung des Embryo in seinem früheren Zustande zu dem Organisationstypus, welcher in den Kiemenfüßlern bleibend dargestellt ist. Nicht minder zeigt sich, daß die Embryonen der

Brachyuren anfangs einen verhältnißmäßig langen Schwanz besitzen, welcher wie derjenige der Makruren gerade nach hinten ausgestreckt ist, und sich erst später nach vorn gegen die Brust hin einklappt, so daß also auch hier eine Annäherung der Jungen zu einer niederen Organisation unverkennbar ist.

§. 1397. Von den übrigen Klassen der Gliederthiere, den Arachniden oder spinnenartigen Thieren und den Insecten reden wir hier nicht weiter, da die Kenntniß der versteinerten Ueberreste dieser Ordnungen noch zu gering ist, um daraus einige Schlüsse ziehen zu können.

§. 1398. Die Wirbelthiere bilden die vierte Klasse des Thierreiches, welche einen ganz eigenthümlichen Organisationstypus besitzt, der mit denjenigen der vorhergehenden in durchaus keiner Beziehung steht.

Die Existenz eines inneren Skelettes, das in seiner ursprünglichen Form als cylindrische Axe auftritt, um welche herum sich die verschiedenen Organe symmetrisch zu beiden Seiten einer senkrechten Längsebene ablagern, bildet den wesentlichen Charakter dieser Klasse, welche in ihrer höchsten Form sich bis zu dem Menschen erhebt. Die Ausbildung der Wirbel tritt erst secundär um die erwähnte ursprüngliche Axe des Skelettes auf, dient indeß bei den höheren Formen als allgemeiner Grundcharakter.

§. 1399. Betrachten wir das Reich der Wirbelthiere in seiner Gesammtheit, so stellt sich darin ein ununterbrochenes Fortschreiten von niederem zu höherem Organisationstypus dar, und es war gerade diese Erkenntniß der fortschreitenden Entwickelung in dem Wirbelthierreiche, welche die Naturforscher auf den Gedanken brachte, daß dieselbe fortschreitende Entwickelung auch durch das ganze Thierreich sich fortsetze. Man hatte bei den genauer untersuchten Wirbelthieren erkannt, daß ein gemeinsamer Plan der Organisation sämmtlichen Wirbelthieren zu Grunde liege, und man glaubte deshalb, dieses Resultat auch auf die weniger bekannten wirbellosen Thiere anwenden zu können. Wir haben oben gezeigt, daß diese Ansicht eine durchaus falsche sei, und daß mehre Typen der Organisation existiren, welche sich nicht auf einander reduciren lassen. Die Wirbelthiere selbst aber lassen sich wieder unverkennbar in mehre Klassen trennen, welche eine mehr oder minder vollkommene Organisation besitzen. Es zeigen sich im Ganzen fünf Organisationsstufen, welche mehr oder minder scharf von einander getrennt sind.

§. 1400. Die Fische bieten ohne Zweifel den Ausgangspunkt des ganzen Wirbelthierreiches und die unvollkommenste Organisation in jeder Hinsicht dar. Ihnen allein gehören Thiere an, bei welchen das Skelett noch auf sein Urrudiment, die einfache cylindrische Axe, beschränkt ist, und die höchste Bildung, bis zu welcher sie sich aufschwingen können, gestattet keine andere Respirationsorgane als Kiemen, welche im Verhältnisse zu den Lun-

gen stets einen sehr niederen Typus der Organisation kundthun. Nirgends läßt sich so schön wie bei den Fischen in den verschiedenen Gruppen die allmähliche Ausbildung zu einer höheren Organisation nachweisen, und zeigen, wie der gemeinsame Typus trotz seiner Uebereinstimmung im Ganzen dennoch einzelne Organisationsrichtungen erzeugen kann, welche abweichenden Formen zum Grunde liegen.

Die unvollkommenste Organisation bietet die Gruppe der Rundmäuler oder Cyclostomen dar. Bei allen diesen Fischen zeigt sich das Skelett in der Urform eines knorpeligen Gallertcylinders, der Chorda, welche die Axe des Körpers einnimmt, und von einer Faserscheide umschlossen ist, welche sich nach oben hin in eine Röhre fortsetzt, die das Rückenmark und Gehirn umhüllt. Bei einigen dieser Thiere existirt die Chorda ganz allein, während bei anderen auf dem faserigen Umhüllungsrohre des Rückenmarkes sich getrennte Knorpelstücke entwickeln, die den oberen Wirbelfortsätzen entsprechen. Bei diesen letzteren, zu welchen die Lampreten oder Neunaugen gehören, ist zugleich ein eigenthümliches Kopfskelett entwickelt, welches aus einer halb faserigen, halb knorpeligen Umhüllungskapsel des Gehirnes besteht, die auf einer knorpeligen Schädelbasis ruht, ohne mit dieser letzteren in engerem Zusammenhange zu stehen. Zu dieser unvollkommenen Form des Skelettes gesellt sich noch eine Reihe anderer Charaktere. Wirkliche Kinnladen fehlen, das Maul bildet meistens eine trichterförmige, von Knorpeln unterstützte Höhle, welche an der Bauchfläche mehr oder minder weit hinter dem Vorderende des Körpers zurückliegt. Statt mehrer unpaarer Flossen, wie sie die meisten Fische besitzen, zieht sich meist eine einzige zusammenhängende Randflosse um den ganzen hinteren Theil des Körpers herum. Bei der niedrigsten Form bildet die Flosse einen einzigen zusammenhängenden Saum, welcher im Nacken beginnt, sich um das Schwanzende herumzieht, und auf der Bauchfläche sogar über den After hinaus nach vorn sich erstreckt. Bei den Lampreten zeigt die Flosse schon unvollkommene Eintheilung in Rücken-, After- und Schwanzflosse, während alle paarigen Flossen, nämlich die Brust- und Bauchflossen bei diesem niederen Organisationstypus der Fische fehlen. §. 1401.

Von den Cyclostomen aus zeigen sich einige Gruppen fortschreitender Entwickelung in den Fischen, welche zu verschiedenen Endpunkten führen. Bei der einen dieser Gruppen, den höheren Knorpelfischen oder Plagiostomen bleibt das Skelett stets auf einer niederen Stufe der Vollkommenheit im knorpeligen Zustande, während die inneren Weichtheile sich zu einem solchen Grade der Vollkommenheit ausbilden, daß sie dadurch an den Typus der Reptilien sich anschließen. Das Skelett besteht aus einer mehr oder minder vollkommen in Wirbel abgetheilten Säule, welche sich um die ursprüngliche Chorda gebildet haben. Die Wirbel sind knorpelig und §. 1402.

stellen biconcave Scheiben dar, eine Form, die sich auch in den knöchernen Wirbeln der übrigen Fische erhält. Diese Wirbelkörper besitzen Fortsätze, welche sich einerseits als Rückenfortsätze im Spitzbogen um das Rückenmark krümmen, andererseits nach der Bauchfläche hin die Eingeweide zu umfassen streben. Das Gehirn ist von einer einzigen ungetheilten Knorpelkapsel umhüllt, an welcher die knorpeligen Kinnladen und Kiemenbögen aufgehängt sind. Das Maul befindet sich immer auf der Unterfläche des Körpers ziemlich weit hinter dem Vorderende der Schnauze. Die paarigen Flossen sind stets entwickelt, die unpaarigen durch Flossenstrahlen gestützt, welche nur eine hornige Natur haben. Das hintere Ende der Wirbelsäule biegt sich bei den meisten Plagiostomen nach oben und setzt sich bis in die Spitze des Schwanzes fort, so daß die Schwanzflosse an der unteren Fläche dieses aufgebogenen Stückes befestigt ist. Man hat die Fische, welche diese Eigenthümlichkeit der Bildung der Schwanzflosse zeigen, als Heterocerke bezeichnet. Die Haut der Plagiostomen zeigt nie Schuppen, sondern eigenthümliche Stacheln, die unregelmäßig vertheilt sind, und meistens aus Zahnsubstanz bestehen. Das gänzliche Fehlen wahrer Knochensubstanz, sowohl in dem inneren als in dem äußeren Skelette, scheint somit ein wesentlicher Charakter der Plagiostomen zu sein.

§. 1403. Eine zweite Reihe fortschreitender Entwickelung bei den Fischen zeichnet sich durch reichliche Entwickelung des Knochengewebes, namentlich in der äußeren Bedeckung aus, während die inneren Organe auf einer niederen Stufe der Organisation bleiben, als dies bei den Plagiostomen der Fall war. Man kann diese Fische, welchen man den gemeinsamen Namen der Ganoiden beilegt, in drei verschiedene Gruppen zerlegen. Eine erste Gruppe bilden unter den Ganoiden die mit Knochenplatten gepanzerten Fische, welche in der jetzigen Welt hauptsächlich durch die Störe und Welse vertreten sind. Große Knochenplatten, mehr oder minder zusammenhängend, decken die äußere Haut, während das innere Skelett anfangs noch knorpelig bleibt und namentlich bei den Stören eine Chorda zeigt, die mit einer knorpeligen Schädelkapsel in Verbindung steht, um welche herum sich einzelne knöcherne Deckplatten entwickeln. Die Fortsätze der Wirbel, welche das Rückenmark beschützen, verknöchern zuerst. Nach und nach entwickeln sich auch knöcherne Wirbel und bei fortschreitender Ausbildung des inneren Knochenskelettes tritt sowohl die knorpelige Grundlage desselben, als auch die äußere Knochenbepanzerung mehr und mehr in den Hintergrund. Das Maul steht bei den unentwickelteren Formen dieser Gruppe an der unteren Fläche des Kopfes, oft in ziemlich weiter Entfernung von dem Schnauzenende, rückt aber allmählich gegen das vordere Ende desselben vor. Die Schwanzflosse ist bei den unentwickelteren Formen heterocerk, verliert aber diese Eigenthümlichkeit allmählich, um

symmetrisch zu werden und die homocerke Form, welche den meisten übrigen Fischen zukommt, anzunehmen.

Zwei andere Gruppen, welche sich durch die bedeutende Entwickelung von Knochensubstanz in der äußeren Haut auszeichnen, sind nur durch sparsame Geschlechter in der Jetztwelt repräsentirt. Die einen haben rhomboidale Knochenschuppen, welche meist durch gelenkartige Fortsätze mit einander verbunden sind. Bei diesen Fischen, zu welchen die Knochenhechte des Nils und der nordamericanischen Flüsse, die Geschlechter Polypterus und Lepidosteus gehören, erhebt sich das innere Skelett zu der höchsten Stufe der Vollkommenheit, indem bei einer Gattung die Wirbel schon durch wahre Gelenkköpfe wie bei den Reptilien mit einander verbunden sind. Die Eingeweide hingegen bleiben bei dieser Gruppe auf einer niederen Stufe der Vollkommenheit stehen. Die dritte Gruppe, ebenfalls nur sehr sparsam in der Jetztwelt durch das südamericanische Geschlecht Sudis (Arapaima), sowie durch einen Fisch aus dem Gambia (Amia calva) vertreten, zeigt abgerundete Knochenschuppen, welche wie diejenigen der meisten übrigen Fische dachziegelförmig über einander gelagert sind. Wir werden in der Folge zeigen, daß diese beiden Gruppen hauptsächlich in den älteren Formationen häufig vorkommen. §. 1404.

Betrachten wir nun die noch übrige große Masse der Fische, so sehen wir bei diesen im Allgemeinen eine Uebereinstimmung der Organisation, welche sie fast auf die gleiche Stufe der Entwickelung stellt. Bei allen diesen normalen Knochenfischen zeigt sich das knöcherne Skelett auf derselben Höhe der Ausbildung, und nur einige untergeordnete Charaktere, wie namentlich die Anordnung der Flossen, deuten auf eine niedere Organisationsstufe hin. Wir haben oben gesehen, daß bei den niedersten Cyclostomen die paarigen Flossen fehlen und eine unpaare Flosse um den ganzen hinteren Theil des Leibes sich herumzieht. Bei einigen Knochenfischen wiederholt sich diese Bildung zum Theil, indem die Bauchflossen fehlen, die Brustflossen mehr oder minder verkümmern und eine einzige ungetheilte Flosse den Hintertheil des Leibes umgiebt. §. 1405.

Betrachten wir die so eben kurz angedeuteten Gruppen der Fische in ihrer Gesammtheit, so stellt sich ohne Zweifel ein allmählicher Fortschritt der Organisation heraus, welcher einerseits in den inneren Weichtheilen, andererseits in dem Skelette sich kundgiebt. Beide Richtungen erscheinen insofern von einander unabhängig, als die Ausbildung der einen bis zu ihrem Gipfelpunkte fortschreiten kann, während die andere auf einer niedereren Stufe der Entwickelung stehen bleibt. Die große Masse der Fische behauptet einen Standpunkt, in welchem beide Entwickelungsrichtungen sich das Gleichgewicht halten. Wir sind hier mehr auf die Ausbildung der festen Theile der verschiedenen Gruppen eingegangen, da diese auch hauptsächlich nur für die Paläontologie von Interesse sind. §. 1406.

§. 1407. Diejenigen Fische, deren **Entwickelung** man bis jetzt hat verfolgen können, gehören alle zu jener großen Gruppe der mit dachziegelförmig gelagerten Schuppen bedeckten normalen Knochenfische. Es bietet indeß diese Entwickelungsgeschichte eine Menge von Vergleichungspunkten in der allmählichen Ausbildung des Skelettes, sowie der äußeren Form, wodurch die Reihenfolge der Gruppen, wie wir sie oben aufgestellt haben, vollkommen gerechtfertigt erscheint. In der That gleicht das Skelett in der frühesten Zeit des Embryonallebens durchaus dem Typus der Cyclostomen. Ein cylindrischer Gallertstrang, eine Chorda, bildet die Axe des Körpers, und von seiner Scheide gehen häutige Fortsätze ab, welche Kapseln für Gehirn und Rückenmark bilden. Allmählich fangen die Wirbelkörper durch ihre Abschnitte sich zu zeichnen an, und namentlich verknöchern zuerst die Wirbelfortsätze, während die Wirbelkörper noch in knorpeligem Zustande verharren. Es zeigt sich also bei dem Embryo hinsichtlich der Entwickelung der Rückenwirbelsäule ganz dieselbe Art der Durchbildung, dieselbe Reihenfolge der Erscheinungen, welche wir in den abgehandelten Gruppen der jetzt lebenden Fische beobachteten.

§. 1408. Auch die Ausbildung des Kopfskelettes folgt durchaus denselben Normen. Anfangs existirt bei dem Embryo nur eine häutige ungetheilte Gehirnkapsel, die allmählich in ihrer Gesammtheit verknorpelt und auf einer eigenthümlich gespaltenen Schädelbasis ruht, welche in ihrer Form die größte Aehnlichkeit mit derjenigen einer Lamprete oder eines Querders (Ammocoetes) hat. Die Verknöcherung geschieht in der Weise, daß einzelne Deckplatten sich auf der äußeren Seite der Schädelkapseln entwickeln uud während ihrer allmählichen Ausbildung die knorpelige Grundlage zurückdrängen. Es zeigt sich also auch hier eine große Aehnlichkeit mit Bildungen, welche in den Fischgruppen bleibend dargestellt sind.

§. 1409. Die äußere Bildung des Kopfes zeigt mancherlei wesentliche Veränderungen. Selbst diejenigen Fische, welche in ihrem Alter eine lang vorgestreckte Schnauze besitzen, haben als Embryonen einen platten, stumpf abgerundeten, breiten Kopf, an dessen unterer Fläche das Maul sich befindet. Allmählich wandert dieses von hinten nach vorn gegen die Spitze der Schnauze hin, der Kopf selbst streckt sich, die Kiefer verlängern sich, und so wird nach und nach die spitzschnauzige Form des Erwachsenen herangebildet. Nicht minder wichtige Umänderungen zeigt die Bildung der Flossen und namentlich des Schwanzendes. Der Embryo besitzt im Anfang eine einzige unpaarige Flosse, welche im Nacken beginnt, sich um den Schwanz herum fortsetzt und über den After hin nach vorn bis über die Mitte des Bauches sich hinzieht. Die einzelnen Flossen, welche der erwachsene Fisch besitzt, werden dadurch gebildet, daß in den Zwischenräumen diese ursprüngliche Embryonalflosse schwindet und nur da Strahlen sich entwickeln, wo bleibende Flossen bestehen sollen.

Die Entwickelung der Schwanzflosse ist besonders dadurch eigenthümlich, daß zu einer gewissen Zeit das Ende der Chorda sich nach oben hin krümmt und die Strahlen der Schwanzflosse sich alle auf der unteren oder Bauchfläche dieser Krümmung entwickeln. Der Embryo ist demnach stets in der früheren Zeit seines Lebens heterocerk, selbst bei denjenigen Fischen, welche eine durchaus regelmäßige Schwanzflosse besitzen. Die homocerke Form bildet sich dadurch heran, daß das aufwärts gekrümmte Ende der Chorda allmählich verkümmert und sich zwei oder mehre Platten bilden, auf welchen die Strahlen sich gleichmäßig aufsetzen. Auf diese Weise wird der ursprüngliche Zustand der Schwanzflosse in einen normal symmetrischen übergeführt. Der Embryo durchläuft demnach hinsichtlich der Ausbildung des Skelettes sowie seiner äußeren Formen verschiedene Entwickelungsstufen, welche durchaus denjenigen analog sind, die wir in den verschiedenen Gruppen der Fische kennen gelernt haben. §. 1410.

Die Klasse der Amphibien, welche man nothwendig nach dem heutigen Zustande der Wissenschaft von den beschuppten Reptilien trennen muß, zeigt in ihrer Gesammtheit eine höchst merkwürdige Stufenfolge der Ausbildung, deren Uebereinstimmung mit der embryonalen Entwickelung so auffallend ist, daß man früher sogar die niederen Formen für unentwickelte Geschöpfe, für Larven ansah, welche sich später noch höher ausbilden würden. §. 1411.

Die niedrigste Organisation unter den bis jetzt gekannten Amphibien zeigt ohne Zweifel der Lepidosiren, jenes merkwürdige Zwitterthier, über dessen Stellung die Naturforscher noch heute nicht einig sind, indem die Einen es zu den Fischen, die Anderen zu den Amphibien stellen möchten. Schon diese Ungewißheit zeigt, daß hier eine Vereinigung von Charakteren existirt, durch welche beide Klassen mit einander vermittelt werden. Die durchgängige Bedeckung des Körpers mit großen Schuppen, welche durchaus denjenigen der Fische gleichen, die Existenz einer unpaarigen, den ganzen Hintertheil des Körpers umfassenden Flosse, welche durch Knochenstrahlen gestützt ist, der Bau des Skelettes, das noch eine knorpelige, ungetheilte Chorda zeigt, auf welcher knöcherne Wirbelfortsätze befestigt sind; — all' diese Umstände, welche einer sehr niederen Organisationsstufe angehören, würden das Thier unbedingt zu den Fischen stellen, während die Ausbildung von Lungen, von büschelförmigen Kiemen und Naslöchern, welche den Gaumen durchbohren, es den Amphibien beigesellt. Für uns ist es das niedrigste Amphibium, bei welchem das Skelett namentlich auf durchaus embryonaler Entwickelungsstufe stehen geblieben ist. §. 1412.

Die große Mehrzahl der Amphibien besitzt während der ganzen Zeit ihres Lebens eine nackte, schlüpfrige Haut, ohne Spur von Schuppen oder anderen härteren Theilen. Die unterste Gruppe wird von den fischartigen Amphibien, den Ichthyoden, gebildet, welche bleibende Kiemen besitzen, zugleich aber auch durch Lungen athmen können. Die allmähliche §. 1413.

Zurückbildung der Kiemen, ihre successive Bedeckung durch die Haut, während sie anfangs bei den niederen Arten durchaus frei an der Oberfläche des Körpers hervorragen, bildet eine schöne Reihe allmählicher Ausbildung zur Lungenathmung und somit zu höherer Organisation. Das Skelett der fischartigen Amphibien steht noch insofern auf einer sehr niederen Stufe der Ausbildung, als die Wirbelkörper desselben nicht durch Gelenkköpfe und Pfannen mit einander verbunden sind, sondern vielmehr ganz Fischbildung zeigen und Doppelkegel bilden, deren Aushöhlungen mit einer zellartigen Masse, dem Ueberreste der ursprünglichen Chorda, erfüllt sind.

§. 1414. Diejenigen Amphibien, welche nur durch Lungen athmen, haben theils Schwänze, wie die Molche, theils sind sie schwanzlos, wie die gewöhnlichen Batrachier, zu welchen die Frösche und Kröten gehören. Auch in diesen Gruppen ist der Fortschritt zu höherer Ausbildung unverkennbar, indem die Molche mit langem Fischschwanze und unentwickelten Gliedern eine weit niedere Entwickelungsstufe behaupten, als die froschartigen Thiere, bei welchen zugleich das Skelett durchaus eine höhere Ausbildung zeigt und die Wirbelkörper namentlich überall durch Gelenkköpfe und Pfannen mit einander verbunden sind.

§. 1415. Eine abweichende Gruppe in der Klasse der Amphibien bilden die Cäcilien oder Blindwühlen, welche wegen der schlangenartig gestreckten Form ihres Körpers früher wirklich den Schlangen beigesellt wurden. Auch bei diesen Thieren zeigt sich das Skelett auf einer sehr niederen Stufe der Ausbildung, indem die Wirbel noch gänzlich fischähnlich Doppelkegelbildung zeigen. Die Bewaffnung des Rachens mit doppelten Reihen scharfer eingekeilter Zähne ist durchaus eigenthümlich, und es zeigt sich diese in der jetzigen Schöpfung ziemlich unbedeutende Gruppe besonders deshalb von Interesse, weil sich in den älteren Schichten versteinerte Ueberreste finden, welche mit den Cäcilien einige Aehnlichkeit im Baue zeigen.

§. 1416. Die Klasse der Amphibien im Ganzen zeigt demnach nur einige unbedeutende Abweichungen von demjenigen Plane der Ausbildung, welcher der großen Menge dieser Thiere zum Grunde liegt. Wir kennen die Entwickelung der froschartigen Amphibien sehr genau und wissen, daß die Larven, die sogenannten Kaulquappen, im Anfang einen langen, breit gedrückten Schwanz mit häutiger Flosse umsäumt besitzen und durch verästelte Kiemen athmen, welche auf beiden Seiten des Körpers in verästelten Büscheln hervorragen. Die äußeren Kiemen verschwinden allmählich und werden durch innere ersetzt, die unter der Haut verborgen liegen, bis sich nach und nach mit der Entwickelung der Lungen auch diese inneren Kiemen zurückbilden. Im bestimmten Verhältniß zu dieser Entwickelung der Athemorgane steht auch diejenige des Skelettes. Die Kaulquappe hat im Anfange eine knorpelige Chorda, welche später durch Doppelkegelwirbel ersetzt wird, die erst zuletzt die eigenthümliche Bildung erhalten, welche sie bei den Fröschen besitzen.

Schritt für Schritt folgt man der Verkümmerung des Schwanzes und der Ausbildung der Glieder, so daß auch hierin, wie in allen übrigen Charakteren, sich in den verschiedenen Entwickelungszuständen des Jungen eine vollkommene Parallele nachweisen läßt mit den Formgestaltungen, welche die einzelnen Gruppen der Amphibien zeigen.

In den **Reptilien** lassen sich zwei Hauptrichtungen der Organisation §. 1417.
unterscheiden, welche gleichsam parallel mit einander sich ausbilden. In der einen dieser Reihen stehen die **beschuppten Reptilien**, die Schlangen und Eidechsen, ausgezeichnet durch die hornige Bedeckung ihres Körpers und durch die Entwickelung von Wirbeln, die durch Pfannen und Kugelgelenke mit einander verbunden sind. Im Allgemeinen wohl mögen die Schlangen und Eidechsen durchaus auf derselben Stufe der Organisation stehen, und es lassen sich auch in den untergeordneten Gruppen und Familien derselben keine oder nur sehr dürftige Momente nachweisen, welche eine aufsteigende Entwickelung erkennen ließen.

Die **gepanzerten Reptilien** unterscheiden sich von den vorher- §. 1418.
gehenden hauptsächlich durch die Entwickelung gewaltiger Knochenplatten in der äußeren Haut, welche entweder getrennt bleiben, wie bei den Krokodilen, oder aber sich zu einem einzigen Panzer zusammenfügen, der zugleich mit der Rückenwirbelsäule und den abgeplatteten Rippen verwächst, wie bei den Schildkröten. Die Krokodile, welche durch ihre Gestalt den gewöhnlichen Eidechsen nahe stehen, unterscheiden sich dadurch von ihnen, daß ihre Zähne stets in die Kiefer eingekeilt sind, während die meisten Eidechsen und alle Schlangen Zähne besitzen, die nur den Kiefern aufgesetzt, zuweilen auch mit ihnen verwachsen sind, ohne aber in besonderen Zahnhöhlen zu stecken.

Die Schildkröten und Krokodile bilden offenbar zwei sehr eigenthüm- §. 1419.
liche Gruppen, welche neben einander stehen, sowie die Eidechsen und Schlangen. Auch bei ihnen stehen die sämmtlichen Organe so ziemlich auf derselben Stufe der Ausbildung, und die einzelnen Sippen und Familien, in welche der Zoologe diese Gruppen zertheilt, unterscheiden sich mehr durch äußere Merkmale, als durch wesentliche Verschiedenheiten in der Organisation. Es fehlen demnach in der Klasse der Reptilien überhaupt bei der jetzigen Schöpfung jene aufsteigenden Reihen fortschreitender Entwickelung, welche wir bei den Fischen und Amphibien nachweisen konnten, und man kann nur so viel sagen, daß durch die Gesammtheit ihrer Organisation die gepanzerten Reptilien eine höhere Stufe einnehmen, als die beschuppten. Dies thut sich namentlich auch durch den Bau des Kopfskelettes kund, auf dessen Einzelheiten wir hier nicht eintreten können.

Die Resultate, welche die **Entwickelungsgeschichte** der Reptilien §. 1420
bis jetzt bietet, entbehren derjenigen Vergleichungspunkte, welche wir in anderen Klassen der Thiere fanden. Wir wissen, daß der Entwickelungs-

gang im Allgemeinen sich durchaus von dem der Amphibien unterscheidet, und an denjenigen der Vögel und Säugethiere anschließt. Die Embryonen der Reptilien besitzen während einer gewissen Periode ihres Eilebens Kiemenspalten am Halse, welche durch Gefäßbogen von einander getrennt sind, und wenn auch dadurch eine gewisse Analogie mit den Kiemenbogen der Fische und Kaulquappen hergestellt wird, so geht doch diese Ausbildung nie so weit, daß eine wirkliche Athmung durch Kiemen hergestellt würde. Es entwickeln sich auf diesen Kiemenbogen der Embryonen der höheren Thiere, der Reptilien, Vögel und Säugethiere, niemals Büschel, welche allein der respiratorischen Function vorstehen. Die Entwickelung des Skelettes durchläuft bei den Reptilien ganz dieselben Stadien der Entwickelung wie bei den bis jetzt abgehandelten Wirbelthieren, indem sich zuerst eine Chorda bildet, welche dann durch Doppelkegelwirbel und später erst durch eingelenkte Wirbel ersetzt wird, eine Ausbildung, die bei Betrachtung der fossilen Reptilien von Wichtigkeit wird. Die Ausbildung der Extremitäten könnte vielleicht einige Anhaltspunkte für die verschiedenen fossilen Thiere bieten. Die Extremitäten der Embryonen bieten in der That anfänglich die Gestalt von Flossen dar, in welchen die einzelnen Zehen noch nicht abgetrennt, die Handwurzelknochen scheinbar unregelmäßig vertheilt und ohne nähere Berührung sind, während später die Zehen sich von einander trennen und die Handwurzelknochen mit einander articuliren.

§. 1421. Die Klasse der Vögel, deren mannichfaltige Formen jetzt die ganze Erde überziehen, zählt in den fossilen Resten nur äußerst wenige Vertreter, die zudem noch so wenig bekannt sind, daß es kaum möglich ist, etwas Genaueres über dieselben zu sagen. Es bedarf deshalb auch keines näheren Eingehens in die Organisation und Entwickelung derselben.

§. 1422. Die Säugethiere, als die am höchsten gestellte Klasse der Wirbelthiere, haben von jeher die mannichfaltigsten Discussionen über ihre Gruppirung veranlaßt, die aber um so weniger zu endlicher Schlichtung kommen konnten, als die vergleichende Entwickelungsgeschichte der Säugethiere in zoologischer Hinsicht noch durchaus unbearbeitet ist.

Betrachtet man die Klasse der Säugethiere im Ganzen, so stellt sich vor allen Dingen in derselben eine Abtheilung in zwei große Gruppen dar, deren eine die Beutelthiere und Monotremen, oder die Didelphen, die andere, weit zahlreichere, die übrigen Säugethiere, oder die Monodelphen, umfaßt. Offenbar zeigt die erstere Gruppe eine niedere Organisationsstufe, welche namentlich in dem Umstande hervortritt, daß das Junge in einem äußerst unvollkommenen Zustande zur Welt kommt und erst außerhalb des mütterlichen Leibes jene Reife erlangt, welche die übrigen Säugethier-Jungen schon bei ihrer Geburt besitzen. Das Gehirn ist bei dieser Abtheilung der Didelphen durchaus unvollkommener gebildet,

als bei den übrigen Säugethieren, und somit die Unterordnung der Didelphen und Monotremen erwiesen.

Der große Haufen der übrigen Säugethiere, der Monodelphen, zeigt namentlich durch die Entwickelung der Glieder und Zähne mehre Reihen, deren Zusammenstellung allerdings besondere Schwierigkeiten hat. Eine eigenthümliche Reihe und vielleicht die niedrigste in ihrer Organisation beginnt mit den pflanzenfressenden Walthieren oder Sirenen, zu welchen die jetzt untergegangene Steller'sche Seekuh, der Manati und der Dugong gehören. An diese Thiere schließen sich die Dickhäuter oder Pachydermen mit ihren mannichfaltigen Formen, welche in dem Elephanten einerseits und dem Pferde andererseits den Gipfelpunkt ihrer Vollendung erreichen. Ob die eigentlichen Walthiere oder Cetaceen als niedrigster Anfangspunkt zu dieser Gruppe gehören, dürfte in Frage gestellt werden. Wahrscheinlich ist es, daß sie eine für sich bestehende Abtheilung ausmachen, welche jedenfalls nicht mit den pflanzenfressenden Walthieren, noch auch mit den Phoken oder Seehunden zusammengeworfen werden könnte, sondern vielleicht den Wiederkäuern untergeordnet werden müßte. Die eigentlichen Cetaceen haben alle zu irgend einer Zeit ihres Lebens spitze, kegelförmige Zähne in ihren Kiefern, welche unter sich keine Verschiedenheit zeigen. Die Reihe der Sirenen und Dickhäuter dagegen besitzt stets breite Mahlzähne und meistens mehr oder minder ausgebildete Stoßzähne; jedenfalls aber stets verschiedene Arten von Zähnen. §. 1423.

An die Dickhäuter schließt sich zunächst die abnorme Gruppe der zahnlosen Säugethiere oder Edentaten an, welche nur Backzähne besitzen, deren Bau im Allgemeinen mit dem Zahnbau der pflanzenfressenden Walthiere übereinkommt. Diese durch die Eigenthümlichkeiten ihres Knochenbaues so scharf gesonderte Gruppe, welche die Faulthiere, Gürtelthiere und Ameisenfresser umschließt, zeigt offenbar in ihrer ganzen Organisation einen niederen Typus, welcher sie vielleicht als Anfänger einer Reihe betrachten läßt, deren weitere Glieder nicht ausgebildet sind. §. 1424.

Eine ebenso eigenthümliche Gruppe bilden die Wiederkäuer, welche theils, wie die Rinder und Schafe, hohle Hörner besitzen, theils, wie die Hirsche, knöcherne Geweihe; Organisationsverschiedenheiten, die in den Antilopen und Gazellen ihre Vermittelung finden. Auch diese Gruppe scheint uns durchaus in keiner näheren Beziehung zu anderen Säugethierordnungen zu stehen und höchstens können sie als abweichende Gruppe dem Organisationstypus der Dickhäuter zur Seite gestellt werden. §. 1425.

Die Nagethiere bilden den Anfang einer anderen Gruppe, welche in den Insectenfressern und Fledermäusen sich fortsetzt und in den Vierhändern und dem Menschen sich auf den Gipfel der Organisation erhebt. Hier ist es weniger der Zahnbau, als vielmehr die Organi- §. 1426.

sation der inneren Theile, welche die Aufstellung dieser Gruppe bedingt, und namentlich der Bau des Gehirnes und des Schädels, sowie die Structur des Fruchtkuchens begründet die Zusammenstellung dieser durch ihre äußeren Charaktere so sehr verschiedenen Ordnungen.

§. 1427. Eine dritte Reihe endlich beginnt mit den Phoken oder Seehunden als niederster Stufe, und bildet sich in den reißenden Landthieren zu höherer Stufe der Vollendung heran. Die allmähliche Ausbildung der Glieder von Flossen zu Pfoten zeigt in dieser Gruppe die Folge der höheren Ausbildung an, während besonders die Structur des Gehirnes auch in den niederen Ordnungen derselben ihren Vorrang vor der ersten Reihe sichert.

§. 1428. Die Entwickelungsgeschichte der Säugethiere bietet in den verschiedenen Formen, welche der Embryo durchläuft, nur wenige Anhaltspunkte, denen zufolge man die einzelnen Gruppen der Säugethiere wirklich charakterisiren könnte. Im Allgemeinen befindet sich das Skelett der Säugethiere auf einer ziemlich gleichen Stufe der Ausbildung, und nur die Form der einzelnen Knochen läßt öfter Annäherungen zu Gestalten erkennen, welche namentlich bei den Reptilien normal ausgebildet sind. Am auffallendsten sind jedenfalls die Formveränderungen, welche die Extremitäten durchlaufen, sowie das Verhältniß, in welchem die einzelnen Abtheilungen der Extremitäten zu einander stehen. Schulter und Beckengürtel entwickeln sich zuerst, darauf die Hand oder der Fuß und nachher erst Oberarm und Oberschenkel, Unterarm und Unterschenkel. Die Extremität selbst ist anfänglich schaufel- oder flossenförmig, die einzelnen Finger ungetheilt, und durch Zwischensubstanz mit einander verbunden. So zeigt sich selbst bei dem menschlichen Embryo in früherer Zeit eine bestimmte Annäherung der Gliedmaßen zu der Flossenform, welche die Extremitäten der im Wasser lebenden Säugethiere auszeichnet. Diese letzteren sind aber offenbar stets die untersten Glieder der Reihen, zu welchen sie gehören, wie man denn überhaupt als ein allgemeines Gesetz hinstellen darf, daß die im Wasser lebenden Thiere einer Klasse stets niedriger organisirt sind, als Thiere derselben Klasse, welche auf dem Lande zu leben bestimmt sind; wie es denn auch eine Menge von Thieren giebt, welche während ihres Embryonal- oder Larvenlebens das Wasser bewohnen, im ausgebildeten Zustande aber auf dem Lande leben.

§. 1429. Es ergiebt sich aus der bisherigen Betrachtung der Thierschöpfung, daß ein gewisser Parallelismus existire zwischen der embryonalen Entwickelung einerseits und den Organisationstypen andererseits, welche sich in den erwachsenen Thieren der lebenden Schöpfung dargestellt finden. In jeder großen Klasse des Thierreiches finden sich Formen, welche gewissen embryonalen Zuständen höher organisirter Thiere aus derselben Klasse entsprechen. Je höher verhältnißmäßig eine Species in der Reihe ihrer Mitgenossen steht, desto mehr Zustände wird sie zu durchlaufen haben, ehe sie das Endziel

ihrer Ausbildung erreicht hat. Allein diese Aehnlichkeit der Embryonen in gewissen Lebenszuständen mit anderen bleibend ausgeprägten Organisationstypen beschränkt sich nur auf Thiere, welche demselben Kreise angehören, und geht auch nie so weit, daß eine vollkommene Aehnlichkeit herbeigeführt wird. So ist es z. B. vollkommen richtig, daß der Embryo des Menschen oder eines höheren Säugethieres zu einer gewissen Zeit dem Embryo eines Fisches einigermaßen ähnlich sehe und allmählich Phasen durchlaufe, welche ihn dem Baue eines Amphibiums oder Reptils ähnlich machen. Allein diese Aehnlichkeiten gehen nie so weit, daß man sagen könnte, der Säugethier-Embryo sei zu einer gewissen Zeit Fisch, zu einer anderen Zeit Amphibium oder Reptil. Der specielle Organisationsplan, welcher der Entstehung der Säugethiere zu Grunde liegt, macht sich schon in der frühesten Jugend geltend und modificirt in specieller Weise die Erscheinungen, welche den allgemeinen Organisationsplan der Klasse zum Grunde haben.

Es ergiebt sich somit, daß in dem Thierreiche vier verschiedene Grund- §. 1430.
schemen existiren, die ihre eigene Entwickelung bis zu einem gewissen Endziele verfolgen, das ihnen gesteckt ist. Diese Grundschemen gehen nie in einander über. Es ist wahrlich thöricht, behaupten zu wollen, wie man zuweilen gethan hat, daß die Embryonen in ihrer Jugend Thieren anderer Kreise ähnlich sein könnten, daß der Embryo eines Säugethieres z. B. anfangs einem Infusorium, dann einem Mollusk oder einem Gliederthiere gleiche. Der Embryo tritt im Gegentheil vom ersten Beginne seiner Entstehung an mit Charakteren auf, welche ihn unzweifelhaft einem speciellen Organisationstypus, einem bestimmten Reiche, zugesellen. Nach und nach entwickeln sich die Charaktere, welche ihn einer bestimmten Klasse, Ordnung, Familie, Gattung oder Art beiordnen, und man kann demnach als allgemein gültiges Gesetz aussprechen, daß ein zoologischer Charakter um so wichtiger sei, je früher er im Embryonalleben sich ausbilde.

Auf diesem Satze beruht auch die rationelle Eintheilung des Thierrei- §. 1431.
ches in Gruppen, welche verschiedenen Werth besitzen, indem die zuerst erscheinenden Charaktere des Embryonallebens als Charaktere der größeren Abtheilungen genommen werden, und die folgenden Charaktere stets eine um so geringere Wichtigkeit erhalten, und um so kleineren Gruppen angehören, je später sie sich ausbilden. Diese Richtung der Zoologie ist nur erst angebahnt, und die Thatsachen, auf welche sie sich stützen muß, sind noch zu sparsam vorhanden, als daß überall die Principien durchgeführt werden könnten. Unsere jetzige Kenntniß zeigt indessen schon, daß das Princip richtig ist, und daß derselbe Organisationsplan, welcher in einer ganzen Klasse sich ausspricht, auch der Entwickelung der Individuen zu Grunde liegt.

Suchen wir nun die Ergebnisse der Paläontologie aus dem eben ent- §. 1432.
wickelten genetischen Standpunkte zu überblicken, so ergiebt sich das über-

raschende Resultat, daß auch das Erscheinen der einzelnen Organisationstypen in den verschiedenen geologischen Formationen eine analoge Reihenfolge zeigt, wie dieselbe in der heutigen Schöpfung oder in den embryonalen Zuständen dargestellt ist. Die planetarische Geschichte der thierischen Organisation liefert demnach eine ähnliche Anschauung, wie die jetzige Entwickelungsgeschichte oder wie die zoologische Ausbildung der jetzigen Schöpfung, und wir müssen erkennen, daß von Uranfang an ein und derselbe Organisationsplan für ein jedes Reich der Thiere existirte, welcher jeder generellen wie speciellen Entwickelung zu Grunde liegt. Wir haben in dem ersten Bande die Fossilien der einzelnen Epochen je nach den Formationen durchgegangen und die vorspringenden Typen derselben charakterisirt, so daß eine jede Formation gleichsam von dem freilich wenig ausgeführten Bilde der Gesammtschöpfung gefolgt war, welche zu jener Zeit lebte. Wir werden in den nachfolgenden Zeilen die Entwickelungsgeschichte der einzelnen Thierklassen und Sippen durch die verschiedenen Formationen hindurch verfolgen und zu zeigen versuchen, daß auch hier die Klassen ihrem Entwickelungsprincipe entsprechen und demnach die niederen Organisationstypen derselben um so mehr vorherrschen, in je ältere Zeiten wir zurücksteigen.

§. 1433. Was nun zuerst das Reich der Strahlthiere betrifft, so treten diese schon in den ältesten Formationen, in den silurischen Schichten mit einer großen Menge von Formen auf, welche indessen nur zwei Organisationstypen, nämlich den Polypen und den Echinodermen, angehören. Hinsichtlich der Polypen haben wir schon oben ausgesprochen, daß unsere jetzigen Kenntnisse über ihre Entwickelung sowie über ihre Gruppirung in zoologischer Hinsicht noch zu wenig vorgeschritten seien, um daraus Schlüsse auf die höhere oder niedere Organisation derselben ziehen zu können. In paläontologischer Hinsicht möchte bis jetzt nur das feststehen, daß diejenigen Korallenthiere, welche ganze Bänke und Riffe bilden, in Massen erst in den jurassischen Formationen auftreten, während hingegen die vereinzelteren Formen, die zwar auch Stöcke bilden, in den älteren Formationen einzig vertreten sind. Ebenso erscheinen die höheren Typen der Polypen, die Bryozoen, welche sich in der Organisation schon an die niederen Mollusken anschließen, meist erst in den höheren Formationen, namentlich von dem Jura an aufwärts.

§. 1434. Die Gruppe der Seesterne zeigt in ihrer Entwickelung durch die geologischen Epochen hindurch eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den oben angeführten Resultaten über deren embryonale Ausbildung. Die Meerlilien oder gestielten Seesterne, die Crinoiden, sind die einzigen Repräsentanten der Echinodermen bis zu der Trias hin. In den silurischen Schichten kommen hauptsächlich Formen mit weniger getheilten Armen vor, ja die kugelförmigen Sphäroniten, welche nur sehr kurze dünne Stiele haben, entbehren gänzlich der Arme, während die Cupressocrinen, (Fig. 462) nur

Fig. 462.

Cupressocrinus crassus. Eifel.

Fig. 463.

Dimerocrinus isodactylus. Silurisches System von England.

ungetheilte dicke Arme ohne Anhängsel und die Dimerocrinen (Fig. 463) und andere Arten (Fig. 464) höchstens zweifach getheilte Arme besitzen. Erst in dem Lias zeigen sich Pentacrinen (Fig. 465), Formen mit vielfach verästelten Armen, welche den jetzigen Comatulen dadurch nahe tre-

Fig. 464.

Hypanthocrinus decorus.

Fig. 465.

Pentacrinus subangularis. Aus dem Lias.

Digitized by Google

ten. Die Seesterne sind also in den ältesten Schichten einzig durch Formen vertreten, welche dem Jugendzustande der Comatula entsprechen. Erst von dem Muschelkalke an gesellen sich hierzu stiellose Seesterne in seltenen Exemplaren, und noch in dem Jura, wo die Seeigel in großer Menge auftreten, bilden die Merlilien eine nicht unbedeutende Verhältnißzahl unter den Echinodermen. In der Kreide und den Tertiärschichten dagegen werden die Meerlilien äußerst selten, und in der jetzigen Schöpfung sind sie nur durch ein oder zwei Geschlechter höchstens repräsentirt. Es zeigt sich also, daß die embryonale Form der Seesterne, nämlich die gestielten Seelilien, anfangs einzig und allein die ganze Klasse der Echinodermen repräsentiren, daß aber ihre Zahl allmählich abnimmt, und zuletzt bis auf einige wenige Repräsentanten ausstirbt.

§. 1435. Die stiellosen Formen der Seesterne zeigen ebenfalls in ihrem successiven Auftreten einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Sie kommen zuerst in dem Muschelkalke mit Formen vor, welche einerseits den Asteriden zugezählt werden müssen, anderentheils den Ophiuren näher stehen, so daß also beide Haupttypen der Ordnung vertreten sind. Bei beiden zeigt sich indessen eine Wiederholung jenes Umstandes, auf welchen wir schon bei den Meerlilien aufmerksam machten, nämlich, daß die Arme sich um so mehr verlängern und verästeln, je jünger die Formationen sind. So zeigen sich in dem Muschelkalke nur eigentliche Ophiuren mit einfachen Armen, während die Comatulen mit verästelten Armen erst von dem Jura an beginnen, und die Euryale-Arten, bei welchen die Verästelung auf's Höchste getrieben ist, erst in dem Tertiärgebirge und der heutigen Schöpfung sich vorfinden. Derselbe Fall tritt bei den Asterien ein, bei welchen die Körperorgane sich in die Strahlen fortsetzen. Die Asterien des Muschelkalkes sind Fünfecke mit kaum entwickelten Strahlen, dem heutigen Geschlechte der Goniaster ähnlich. Erst in dem Jura zeigen sich wahre Sternformen, deren Strahlen durch tief einspringende Winkel geschieden sind, und nur in der heutigen Schöpfung sehen wir gleichsam eine Theilung der Strahlen, indem die Fünfzahl überschritten wird und mehrstrahlige Sterne vorkommen.

§. 1436. Die Seeigel beginnen erst mit dem Jura, während in den älteren Schichten keine Spur davon vorkommt, ein Beweis, daß dieselben einem höheren Organisationstypus angehören, als die übrigen Echinodermen. Es lassen sich in dieser außerordentlich zahlreichen Ordnung des Thierreiches vier Familien aufstellen, deren Entwickelung parallel geht und die im Allgemeinen den Fortschritt vom niederen zum höheren Organisationstypus dadurch bethätigen, daß die kreisrunde Form in eine mehr längliche Form übergeht und eine bestimmte Axe sich erkennen läßt. So kommen unter der Familie der Cidariden zuerst die runden Gestalten der ächten Cidaris-

Arten (Fig. 466) in dem Jura vor, während die länglichen Echinometren,

Fig. 466.

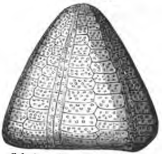
Hemicidaris (Cidaris) crenularis. Terrain à Chailles; Korallenkalk.

die höchsten der Familie, erst in Tertiärgebilden sparsam sich finden und in der heutigen Schöpfung häufig werden; aus der Familie der Cassiduliden zeigen sich anfangs die rundlichen Gestalten (Clypeus, Fig. 467), später die kegelförmigen Galeriten (Fig. 468) in der Kreide; bei den Spat-

Fig. 467.

Clypeus Hugi. Aus dem unteren Oolith.

Fig. 468.



Galerites albo-galerus. Aus der weißen Kreide.

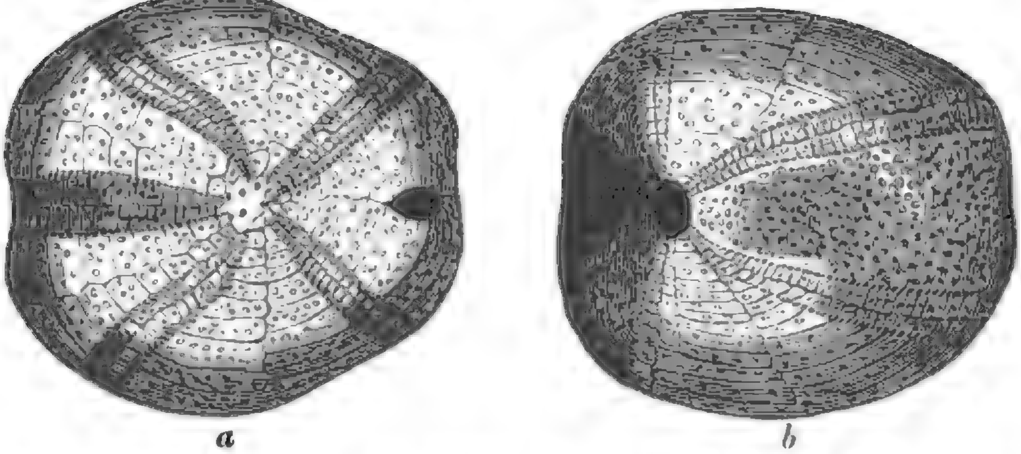
Fig. 469.

Dysaster capistratus. Oxfordmergel.

angiden finden sich im Jura die rundlicheren Dysaster (Fig. 469); in der Kreide die länglichen Spatangen (Fig. 470 a. f. S.), die mehr und mehr bis zu uns zunehmen; unter den Clypeastriden endlich zeigen sich anfangs die hohen kugelförmigen Formen und erst in den Tertiärschichten die platten, wie Laganum (Fig. 471 a. flgd. S.).

Digitized by Google

Fig. 470.



a b

Holaster complanatus (Spatangus retusus). Aus dem Néocomien.
a. Von oben. *b*. Von unten.

Fig. 471.

a b c

Laganum tenuissimum. Aus dem Grobkalke von Blaye.
a. Von oben. *b*. Von der Seite. *c*. Von unten.

§. 1437. Die Mollusken oder Weichthiere zeigen in ihrem unabsehbaren Heere eine solche Mannichfaltigkeit der Formen, daß es schwer ist, den leitenden Faden zu ihrer Klassification zu finden, zumal da unsere Kenntnisse über die embryonale Entwickelung derselben nur noch wenig gefördert erscheinen. Unter den Acephalen oder Muschelthieren sehen wir schon gleich im Anfange alle größeren Ordnungen repräsentirt, allein in vorwiegendem Verhältnisse in den älteren Schichten die Brachyopoden entwickelt. Diese bilden sowohl hinsichtlich ihrer Arten, als auch hinsichtlich der Individuenzahl etwa neun Zehntheile der Gesammtzahl der Mollusken in der Uebergangszeit, nehmen aber späterhin allmählich mehr und mehr ab an Zahl und Mannichfaltigkeit, ohne indeß selbst in der heutigen Epoche gänzlich auszusterben. Die Formen der Schalen aus dieser Familie sind um so abweichender im Allgemeinen, je älteren Schichten sie angehören. Die Pentameren (Fig. 472) und Strygocephalen (Fig. 473) gehören nur den ältesten Formationen an; die flügelförmig ausgezogenen Arten von Spirifer (Fig. 474) mit großem dreieckigen Schloßfeld reichen nur bis in den Lias hinan, während die Terebrateln (Fig. 475), welche ihre größte Zahlenentwickelung im Jura erreichen (Fig. 476, 477 und 478), sich auch

in den neueren Formationen mehr und mehr in ihrer Gestalt den lebenden

Fig. 472.

Pentamerus Knightii, England, von der Seite.

Fig. 473.

Strygocephalus Burtini, von der kleinen Schale aus.

Fig. 474.

Spirifer speciosus, Eifel.

Fig. 475.

Terebratula Wilsoni, Eifel.

Fig. 476.

Terebratula numismalis. Aus der Belemnitenschicht des Lias.

477.

Terebratula globata. Aus dem unteren Oolith.

478.

Terebratula impressa. Aus dem Orford-mergel.

Terebrateln anschließen. Die Cranien (Fig. 479 a. f. S.) endlich, welche keine durchbohrten Schalen mehr haben, gehören fast ausschließlich der Kreide und der Jetztwelt an. Wir haben oben gesehen, daß die Brachyopoden in der That einem niederen Entwickelungstypus angehören und fin-

den dies durch ihre verhältnißmäßige Ueberzahl in den älteren Schichten und ihre allmähliche Abnahme in den neueren Formationen bestätigt.

Fig. 479.

Crania striata. (Ignabergensis.) Aus der weißen Kreide.
a. Die Oberschale von außen. *b.* Dieselbe von innen. *c.* Die Unterschale von innen.

§. 1438. Hinsichtlich der übrigen Muschelthiere möchte es sich nur schwer entscheiden lassen, ob die einmuskeligen oder zweimuskeligen einer höheren Organisationsstufe angehören. So viel ist gewiß, daß beide Ordnungen zusammen auftreten, daß aber die einmuskeligen in Uebereinstimmung mit den ursprünglich einmuskeligen Embryonen der Dimyarier, verhältnißmäßig weit mehr Formen und Arten in den älteren Schichten darbieten. Die Austernfamilie findet ihre hauptsächliche Entwickelung in den jurassischen Gebilden, ebenso die Kammmuscheln, die zweimuskeligen nehmen allmählich im Verhältniß zu und erreichen ihren Höhepunkt in der jetzigen Schöpfung.

§. 1439. Unter den Gasteropoden zeigen sich einige Verbreitungsverhältnisse, welche mit den Ergebnissen der Entwickelungsgeschichte übereinstimmen.

Fig. 480.

Turbo squamiferus. Aus den devonischen Kalken der Eifel.

Fig. 481.

Natica subcostata. Aus der Eifel.

Fig. 482.

Euomphalus rugosus, charakteristisch für silurisches System.

Fig. 483.

Cirrhus Leonhardi. Eifel.

Es finden sich nämlich in den älteren Schichten bis zum Lias hin nur Formen mit weitem ganzrandigen Munde (Fig. 480, 481, 482 u. 483), welcher Mund im Verhältniß zu den Windungen eine bedeutende Größe zeigt. Mit dem Jura selbst treten zuerst solche Formen auf, deren Mundöffnung in einen lan=

gen Kanal ausgezogen erscheint (Fig. 484, 485 und 486). Anfangs nur in geringer Zahl nehmen diese letzteren kanalmundigen Schnecken allmäh-

Fig. 484.

Pteroceras Oceani. Aus dem Portlandkalke.

Fig. 485.

Cerithium giganteum. Aus dem Grobkalke von Paris.

Fig. 486.

Rostellaria Parkinsoni. Aus dem Gault.

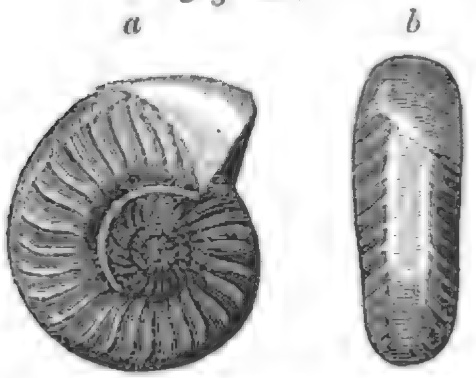
lich zu, bis sie in den Tertiärgebilden in demselben überwiegenden Verhältnisse stehen zu den ganzmündigen, wie in der jetzigen Zeit. Wir haben

Digitized by Google

oben gesehen, daß die Embryonen der kanalmundigen Schnecken in der frühesten Zeit eine runde Schalenöffnung besitzen, und dürfen daraus also den Schluß ziehen, daß auch die Entwickelung der Gasteropoden ein allmähliches Fortschreiten zu höherer Organisation zeigt.

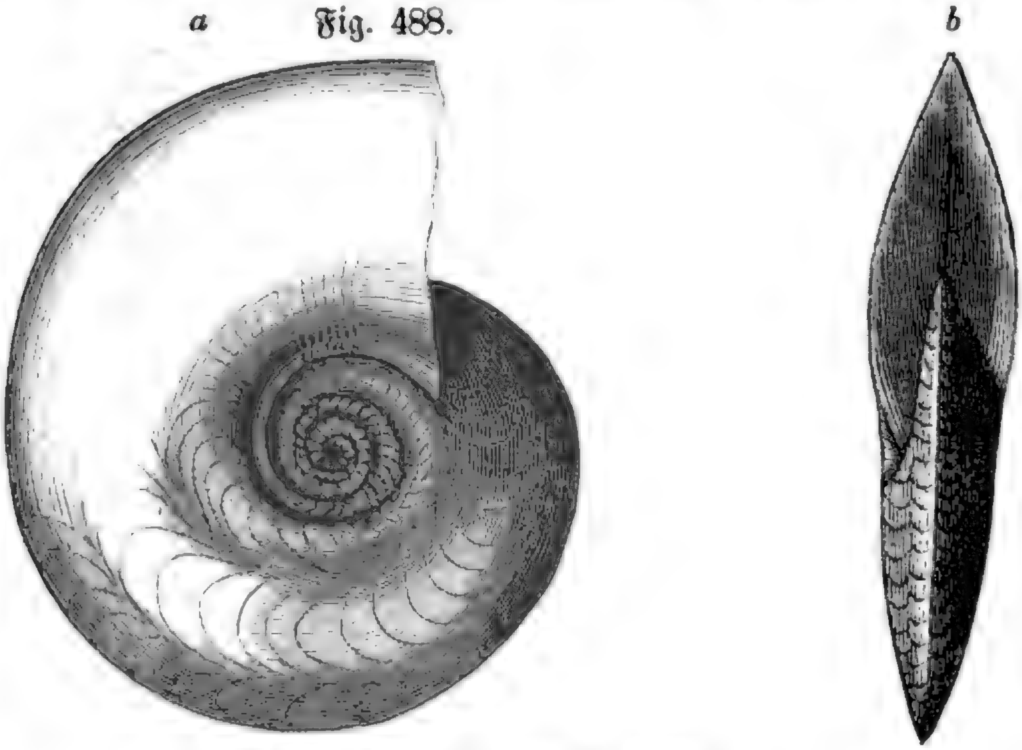
§. 1440. Die Ordnung der Cephalopoden zeigt eine auffallende Reihe verschiedener Formen, die auf eine gewisse Entwickelung hindeuten, zu welcher uns leider die Vergleichungspunkte aus der heutigen Schöpfung abgehen. Als älteste Familie findet sich das eigenthümliche Geschlecht der Clymenien, welche durch ihre gewölbten Scheidewände den Ammoniten, durch die Lage ihres Sipho den Nautilen sich anschließen. Diese ältesten Cephalopoden, welche hauptsächlich in den silurischen Schichten entwickelt sind, und in dem Uebergangskalke schon wieder verschwinden, bilden gleichsam den Ausgangspunkt zweier Reihen, von welchen die eine, die der Ammoniten, mit der Kreide endigt, während die andere, die Nautilen, bis in die heutige Schöpfung sich fortsetzt. Eine schöne Reihe wird gebildet durch die allmähliche Entwickelung der äußeren Gestalt sowie der Falten der Kammerwände bei den Ammoniten. Diejenigen der älteren Schichten bis zum Muschelkalke hin, welche man mit dem besonderen Namen der Goniatiten (Fig. 487 und 488) bezeichnet, zeigen Kammerscheidewände, welche in wellenförmi-

Fig. 487.



Goniatites Hoeninghausi. Eifel.
a. Von der Seite. *b.* Von vorn.

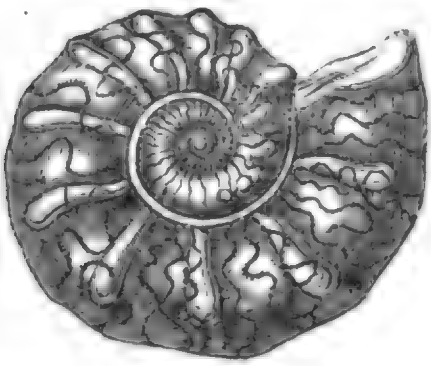
Fig. 488.



Goniatites costulatus. Eifel.
a. Von der Seite. *b.* Von dem Rücken.

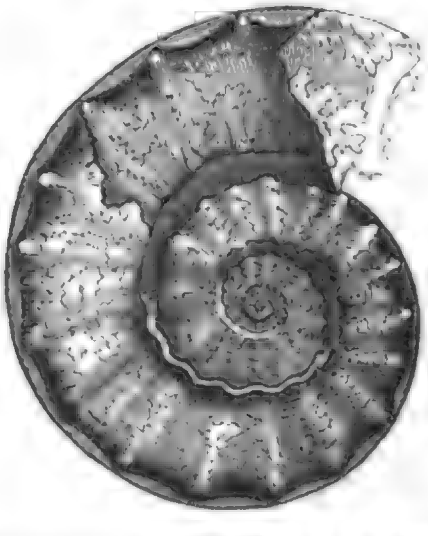
gen Zickzackbiegungen zusammentreffen. In dem Muschelkalke erscheinen die Ceratiten (Fig. 489) mit halbgezähnelten Kammerwänden, und erst in dem Jura und der Kreide treten die eigenthümlichen Ammoniten (Fig. 490, 491 und 492) auf, bei welchen die blätterige Faltung der Kammerwände oft den

Fig. 489.



Ammonites (Ceratites) nodosus. Aus dem Muschelkalke.

Fig. 490.



Ammonites catena. Aus dem Lias.

Fig. 491.

Ammonites varians. Aus der weißen Kreide.

Fig. 492.

Ammonites macilentus. Aus dem Néocomien.

höchsten Grad erreicht. Die äußere Gestalt der Ammoniten zeigt gewissermaßen ähnliche Entwickelungsstufen; bis zur Kreide sind sie alle spiralförmig in einer Ebene aufgerollt, in der Kreide selbst aber finden sich einige

bizarre Formen, welche von den geraden Baculiten (Fig. 493) durch die Toxoceren (Fig. 494), Hamiten (Fig. 495), Scaphiten (Fig. 496) bis zu den thurmförmig sich aufwindenden Turriliten (Fig. 497) alle möglichen Ueber-

Fig. 493.

Baculites anceps.
Aus der mittleren Kreide.

Fig. 494.

Toxoceras bituberculatus.

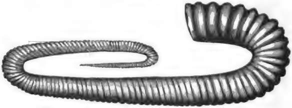
Fig. 496.

Scaphites Ivanii.
Aus dem Néocomien.

Fig. 497.

Turrilites costatus.
Aus der chloritischen Kreide.

Fig. 495.



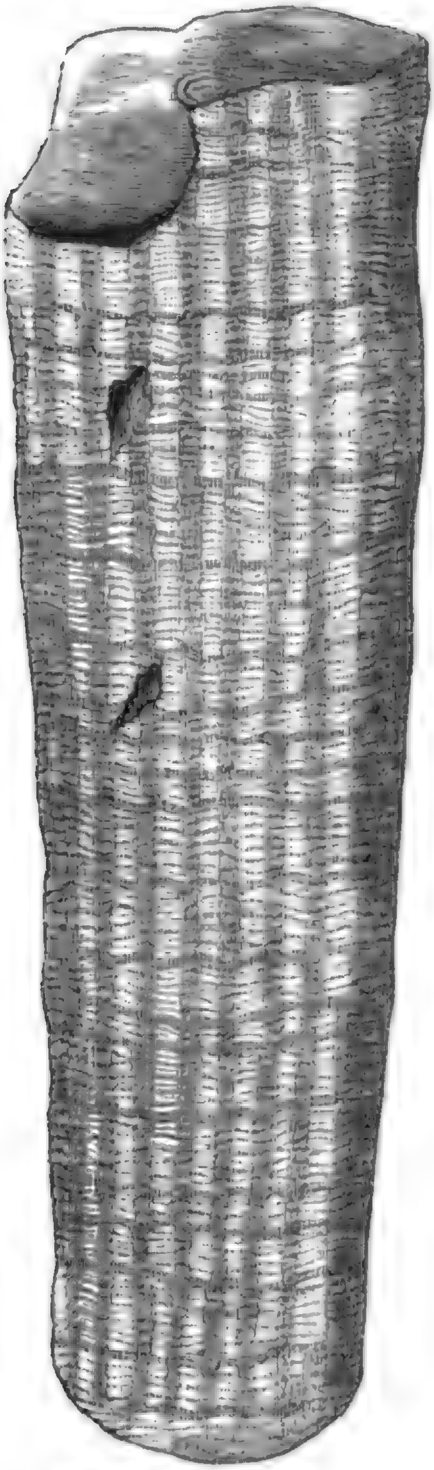
Hamites attenuatus. Aus dem unteren Gault.

gangsformen der Aufwindung zeigen. Mit der Kreide verschwinden die

Ammoniten spurlos; — weder in den Tertiärgebilden, noch in der heutigen Epoche haben sich ihnen analoge Thiere auffinden lassen.

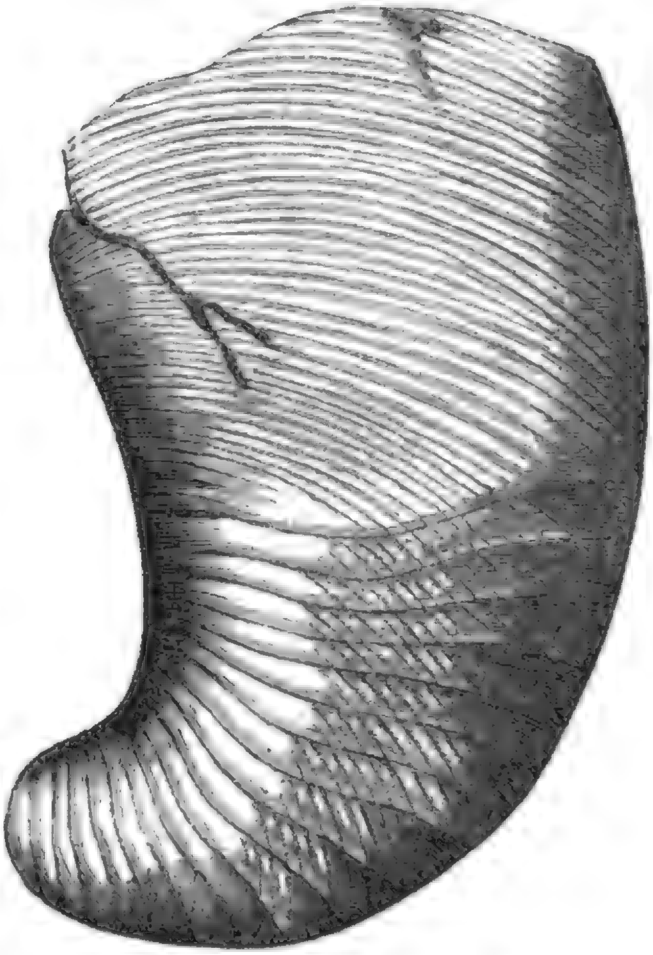
§. 1441. Die Familie der Nautiliden zeigt ganz entgegengesetzten Entwickelungsgang. In den älteren Schichten kommen hauptsächlich Formen vor, welche eine mangelhafte Aufrollung zeigen. Die ganz geraden Orthoceratiten (Fig. 498) sind nur in den Uebergangsgebilden besonders häufig, nehmen in der Trias rasch an Zahl ab und verschwinden gänzlich im unteren Jura; andere nur wenig umgebogene Formen wie Phragmoceren (Fig. 499)

Fig. 498.



Orthoceras annulatum.

Fig. 499.



Phragmoceras ventricosum.
Silurisches System von England.

und Lituiten (Fig. 500) sind einzig auf die silurischen Schichten beschränkt; sogar die ächten Nautilen der älteren Schichten unterscheiden sich dadurch von denen der jüngeren Formationen (Fig. 501), daß ihre Windungen nur einander berühren, aber nicht übergreifen. Die Nautilen setzen sich durch alle Formationen bis in die heutige Schöpfung fort und erreichen ihre höchste Ausbildung hinsichtlich des numerischen Verhältnisses in der Kreide.

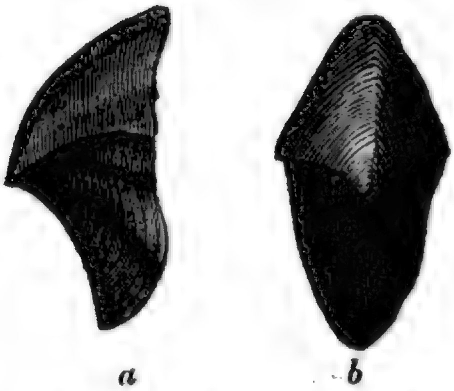
Fig. 500.

Lituites giganteus. England.

§. 1442. Die dritte große Familie der Cephalopoden, welche die **sepienartigen Thiere** einschließt und fast einzig in der Jetzt-

Fig. 501.

Nautilus lineatus.
Aus dem unteren Oolith.



a. Der Schnabel von der Seite.
b. Derselbe von vorne.

welt durch sehr zahlreiche Arten und Geschlechter repräsentirt ist, beginnt erst in den Liasschichten mit jenen Thieren, welchen die Belemniten (Fig. 502, 503 und 504) angehörten. Das Thier der Belemniten sowohl als auch die belemnitenlosen Sepien, welche in den jurassischen Schichten vorkommen, besaßen Arme, welche mit scharfen Haken besetzt waren und zeigen hierin eine Abweichung von den jetzt lebenden sepienartigen Thieren, deren

Arme fast ohne Ausnahme mit Saugnäpfen besetzt sind. Die eigentlichen Belemniten verschwinden in der Kreide mit einer eigenthümlichen längsgespaltenen Art (Fig. 505). Der Uebergang von ihnen zu den jetzt le-

Fig. 502.

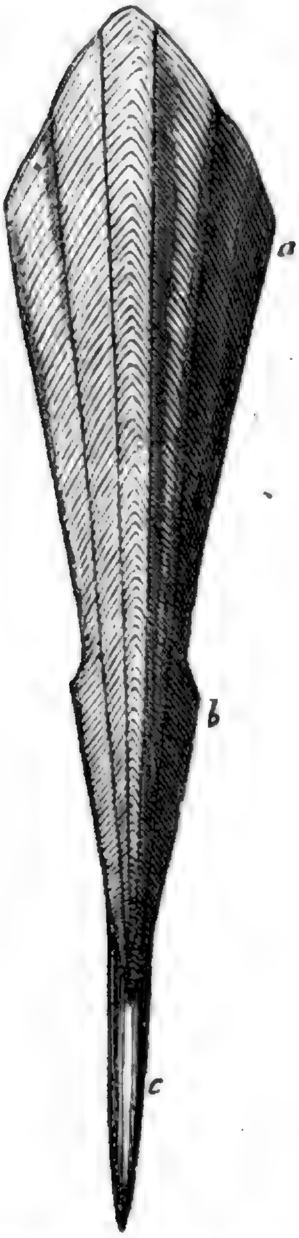
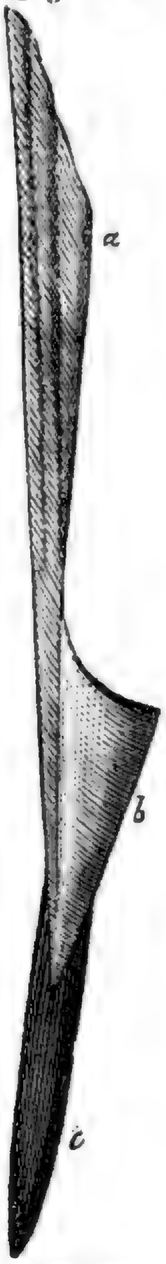
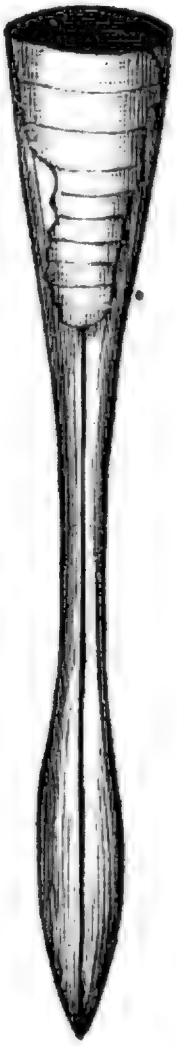


Fig. 503.



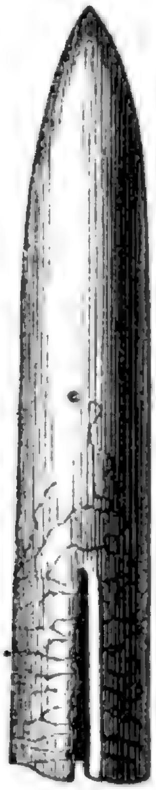
Ansichten eines vollständigen Belemnitenknochens.
a. Hornblatt. *b.* Alveole. *c.* Körper.
Nach Fragmenten restaurirt.

Fig. 504.



Belemnites hastatus.
Aus dem Oxford-mergel mit einem Theile der Alveole.

Fig. 505.



Belemnites (Belemnitella) mucronatus.

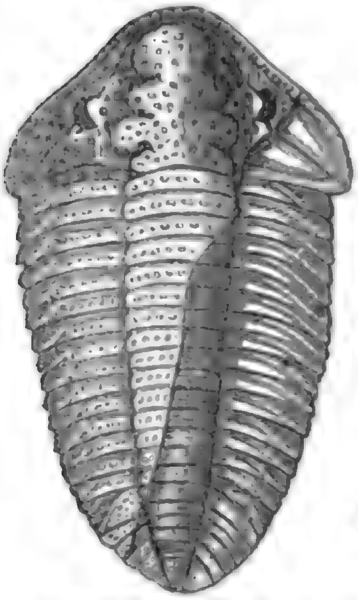
benden Sepienarten wird durch eigenthümliche Formen in den Tertiärgebilden vermittelt, auf welche näher einzugehen hier nicht der Ort ist.

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht der Cephalopoden unverkennbar eine allmähliche Annäherung zu den jetzt lebenden Formen, und es möchte daraus zu entnehmen sein, daß die jetzt lebenden nackten Cephalopoden eine weit höhere Stufe der Organisation einnehmen, als jene schalentragenden, welche die älteren Meere bevölkerten. §. 1443.

Die Klasse der Crustaceen, als der einzigen unter den Gliederthie- §. 1444.

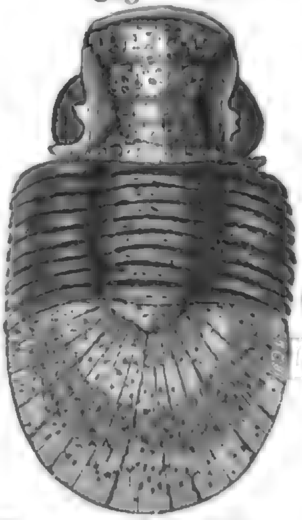
ren, welche einigermaßen zahlreich unter den Fossilien repräsentirt sind, bietet in ihrer Entwickelung einige merkwürdige Momente dar. Sie beginnen in den ältesten silurischen Schichten mit der so höchst eigenthümlichen Familie der Trilobiten (Fig. 506, 507 und 508), in welcher die

Fig. 506.



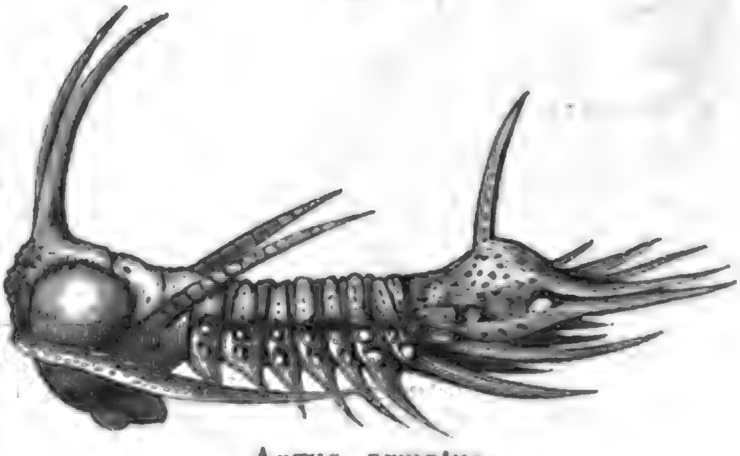
Calymene Blumenbachii.

Fig. 507.



Brontes flabellifer.

Fig. 508.



Argus armatus.

schwankende Zahl der Körperringe eine Hinneigung zu den gegliederten Mollusken wie namentlich Chiton und Oscabrion darthut, während in allen übrigen Familien der Krebse constante Zahlenverhältnisse vorkommen. Wir haben oben gesehen, daß die Trilobiten unzweifelhaft durch die Existenz blattförmiger Kiemenfüße einem sehr niederen Organisationstypus angehören. Sie erscheinen in den ältesten silurischen und devonischen Schichten in ungemein großer Anzahl, verschwinden aber schon wieder mit der Beendigung der Kohlenformation; sie bilden ohne Zweifel den Anfangspunkt der Reihe, welche sich durch die gewöhnlichen Krebse fortsetzt.

§. 1445. Diese letzteren erscheinen zuerst im Muschelkalke und bunten Sandsteine mit eigenthümlichen Geschlechtern, welche den langschwänzigen Krebsen angehören und zwar derjenigen Sippe, zu welcher wir den Hummer und den gewöhnlichen Flußkrebs zählen. In dem Jura erscheinen die Repräsentanten einiger anderer Familien, welche durch ihre Organisation den ächten Krebsen am nächsten stehen. Es zeigen sich Arten von Garneelen, und auch ein anderes Geschlecht aus der Familie der Stomatopoden, welche in der jetzigen Schöpfung hauptsächlich durch die verschiedenen Arten von Squilla repräsentirt sind. In der Kreide endlich erscheinen die höchst organisirten Crustaceen, die Brachyuren oder Krabbenarten, deren Verhältnißzahl in der heutigen Schöpfung mehr und mehr zunimmt.

§. 1446. Während sich so in der Aufeinanderfolge der erwähnten Crustaceenfamilien

ein bestimmtes Fortschreiten der Organisation von den Trilobiten zu den Makruren und von diesen zu den Brachyuren erkennen läßt, so bedarf es andererseits noch genauerer Untersuchung, um die Entwickelung einer anderen Gruppe darzuthun, von welcher ebenfalls schon in älteren Schichten sich Spuren zeigen. Es findet sich nämlich sowohl in den Uebergangsgebilden, als auch namentlich im Kohlenkalke eine Menge kleiner zweischaliger Crustaceen, welche zuweilen ganze Schichten erfüllen, und offenbar Thieren angehört haben, welche den heutigen Cyprisarten nahe standen. Auf diese folgen, im Jura noch sehr sparsam, in der Kreide und den Tertiärschichten dagegen häufig, die Cirrhipeden oder Rankenfüßler, in mannichfaltigen Arten, und ebenso, wie noch heut zu Tage, ganze Felsenstrecken mit ihren zahlreich an einander gereihten Schalen bedeckend. Wir haben aber oben gesehen, daß die so abweichende Familie der Rankenfüßler sich wirklich aus Jungen entwickelt, welche anfangs den Entomostraken außerordentlich ähnlich sehen und erst durch rückschreitende Metamorphose die dem ausgewachsenen Zustande zukommende Gestalt erlangen. Eine Annäherung zu einem ähnlichen Entwickelungsgange zeigt sich auch aus den angeführten Thatsachen, indem die Cirrhipeden in den älteren Schichten fehlen und nur Formen in denselben vorkommen, welche der embryonalen Form dieser Familie, den Entomostraken, entsprechen.

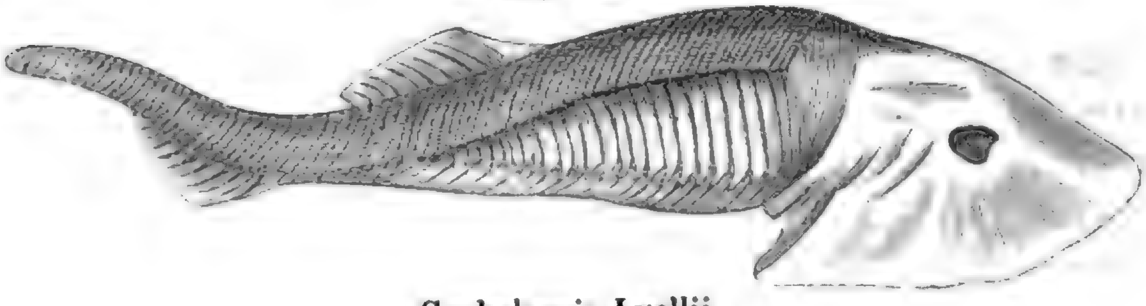
Die Klasse der Fische ist bis jetzt die einzige, welche von dem hier §. 1447.
genommenen Standpunkte aus durchgreifend bearbeitet worden ist, und es zeigen sich auch in dieser die meisten Thatsachen, welche zur Begründung der von uns verfochtenen Ansicht dienen können. Es geht dies sehr natürlich aus dem Umstande hervor, daß die Organisation der Fische im Verhältnisse zu den niederen Thieren eine große Mannichfaltigkeit von Charakteren darbietet, welche Anhaltspunkte gewähren, und daß ferner die Entwickelungsgeschichte der Fische besser gekannt ist, als die der übrigen wirbellosen Thiere.

Die Fische beginnen mit den übrigen Repräsentanten der Strahlthiere, §. 1448.
der Mollusken und der Gliederthiere in den ältesten Schichten, und ziehen sich durch alle Formationen hindurch bis in die neueste Zeit hin fort. Sie sind in den älteren Schichten bis zu dem Kupferschiefer des permischen Systemes die einzigen Repräsentanten der Wirbelthiere und werden zuerst von Reptilien und Amphibien, dann von Säugethieren gefolgt, ein Umstand, der schon auf die allmähliche Entwickelung des Wirbelthiertypus im Allgemeinen hindeutet.

In den älteren Schichten namentlich des devonischen Systemes treten §. 1449.
zuerst Fische auf, welche in ihrem ganzen Verhalten dem embryonalen Zuständen dieser Klasse entsprechen. Die Ganoiden, welche durch die Entwickelung des Knochengewebes auf der äußeren Haut sich auszeichnen, sind

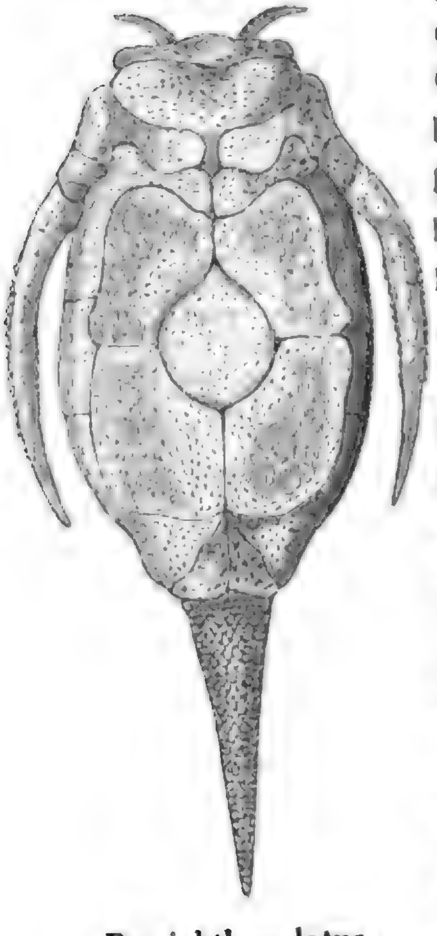
schon durch eigenthümliche Familien ihren drei Hauptrichtungen nach in der devonischen Zeit vertreten. Den gepanzerten Ganoiden gehört die Familie der Cephalaspiden (Fig. 509 und 510) an, welche durch au-

Fig. 509.



Cephalaspis Lyellii.
Devonisches System.

Fig. 510.



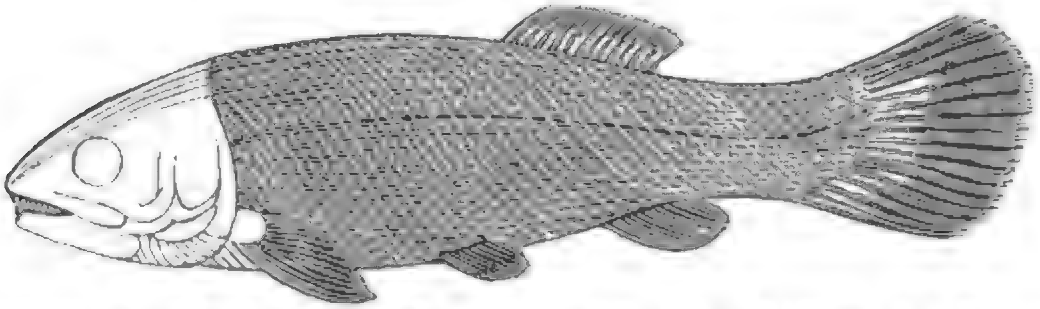
Pterichthys latus.
Aus Schottland.

ßerordentliche Entwickelung der äußeren Knochenplatten sich auszeichnen, während das innere Skelett auf durchaus embryonaler Stufe stehen bleibt. Bei den niederen Formen dieser Familie hat man noch keine Spur von Wirbeln entdeckt, bei den höheren zeigen sich nur verknöcherte Wirbelfortsätze, welche auf einer gallertartigen Chorda aufsaßen. Außer dieser embryonalen Form des Skelettes zeigen die den Cephalaspiden zugehörenden Fische noch eine embryonale Stellung des Mundes an der Bauchfläche des Kopfes, und eine hetrocerke Schwanzflosse. Die Familie stirbt mit dem Ende der Uebergangsgebilde aus, allein die Organisationsrichtung, welche sie andeuten, bleibt nur bis zum Ende der Trias ohne Vertretung, wenigstens hat man bis jetzt in diesem Zwischenraume von der Steinkohle bis zu dem Jura keine Fischreste gefunden, welche sich mit Fug der Gruppe der gepanzerten Ganoiden zugesellen ließen. In dem Jura dagegen erscheinen Formen, welche den Stören beigezählt werden müssen, bei welchen ebenfalls inneres Skelelett, Stellung des Mundes und der Schwanzflosse ihren embryonalen Charakter behalten. Erst in der heutigen Schöpfung erscheinen, unter den Panzerwelsen, Formen, in welchen das Skelett durchaus knöcherne Wirbel zeigt, das Maul an dem vorderen Kopfende sich befindet, und die Flosse des Schwanzes homocerk ist. Hinsichtlich des numerischen Verhältnisses zeigt sich, daß die Cephalaspiden in der devonischen Zeit mehr als acht Zehntheile der Gesammtzahl der Fische ausmachen, in-

dem sie an einigen Lagerstätten so häufig sind, daß man ganze Wagenladungen voll davon wegführen könnte. Die Zahl der störartigen Fische in den jüngeren Schichten ist dagegen ziemlich gering, und es wird somit in dieser Gruppe der gepanzerten Ganoiden die embryonale Form, welche anfangs dominirte, allmählich durchaus in den Hintergrund gedrängt.

Die Gruppe der Ganoiden mit rhomboidalen Schuppen zeigt ebenfalls eigenthümliche, wenn schon höher stehende Repräsentanten in den älteren Formationen. Die dipterischen Sauroiden, welche durchaus auf die Uebergangsgebilde beschränkt sind, zeigen zwar in der Ausbildung ihres Kopfskelettes und in der Stellung ihres Mundes eine ziemlich hohe Organisation; allein in dem Hintertheil ihres Körpers giebt sich die Hinneigung zur embryonalen Form auf das Deutlichste kund, indem zahlreich wiederholte Flossen ohne Zwischenräume an die unpaare embryonale Flosse erinnern und die Schwanzflosse heterocerke Stellung hat. Diese Gruppe der eckschuppigen Ganoiden, in welche wir die großen Familien der Sauroiden und Lepidoiden begreifen, nimmt in der Steinkohlenzeit und dem permischen Systeme sowie in dem Jura so sehr zu, daß sie für sich allein mehr als die Hälfte der Gesammtzahl der Fische ausmacht. Die mannichfaltigen Formen und Gestalten, welche sich während der genannten Perioden zeigen, entwickeln sich vorwiegend nach zweien verschiedenen Richtungen hin. Die einen nämlich, die Sauroiden (Fig. 511), ha- §. 1450.

Fig. 511.



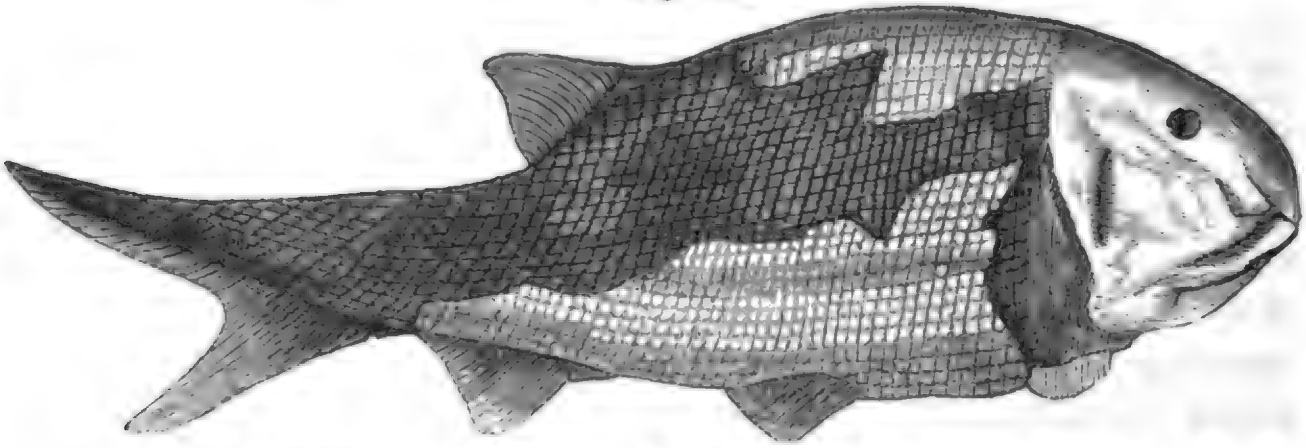
Restauration von Megalurus. Aus den oberen Juraschichten von Solenhofen und Kehlheim.

ben mehr spitze kegelförmige Zähne und schlankere Gestalten mit stark entwickelten Flossen, sind also hauptsächlich zum Raube eingerichtet, während die Lepidoiden (Fig. 512 und 513) mit gedrungener Körpergestalt, weniger entwickelten Flossen und bürstenförmigen oder platten Zähnen auf langsamere Bewegungen und weniger agile Nahrung angewiesen scheinen.

Die Entwickelung des Skelettes läßt sich in dieser Gruppe in beiden §. 1451.
genannten Familien sehr vollständig verfolgen. Die Eckschupper der Steinkohlenzeit haben größtentheils, die der Trias und des Lias hingegen nur ausnahmsweise eine gallertartige Chorda, auf welcher verknöcherte Wirbelortsätze aufsitzen, während in dem höheren Jura, der Kreide und der Ter-

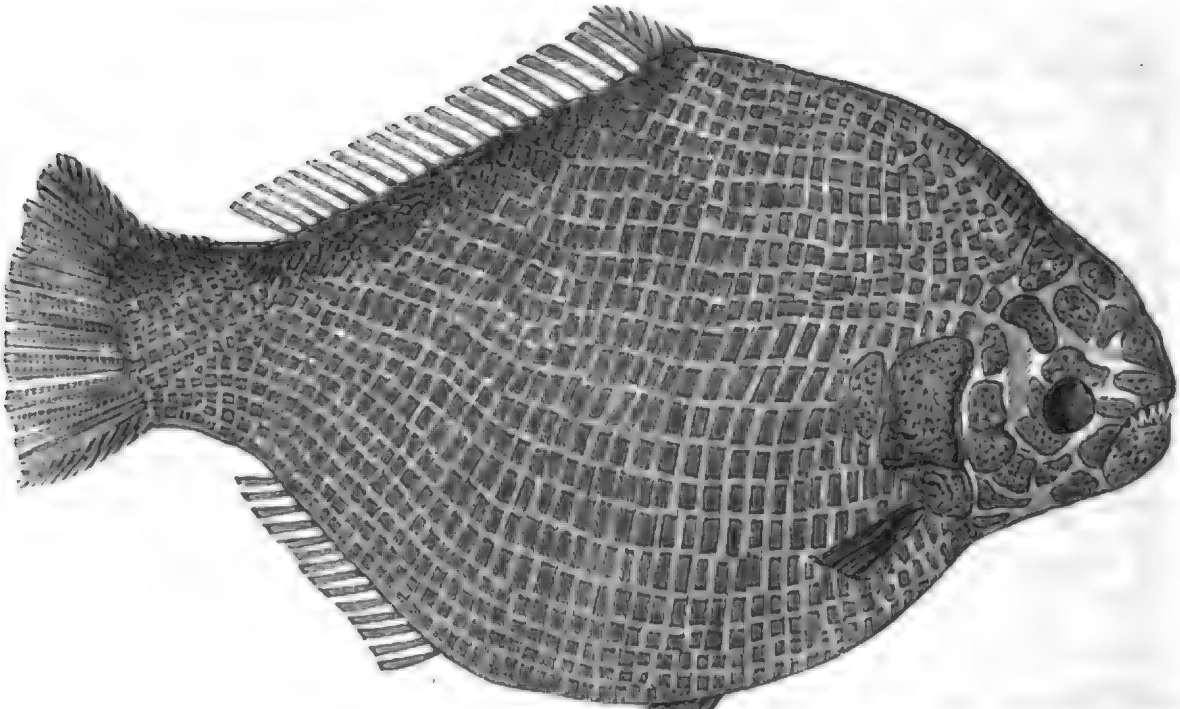
tiärzeit, sowie in einigen Repräsentanten der Jetztwelt die gewöhnliche Wirbelform mit Gelenkhöhlen in Gestalt von Doppelkegeln ausgebildet ist.

Fig. 512.



Palaeoniscus Duvernoy. Von Münster-Appel bei Kreuznach.

Fig. 513.

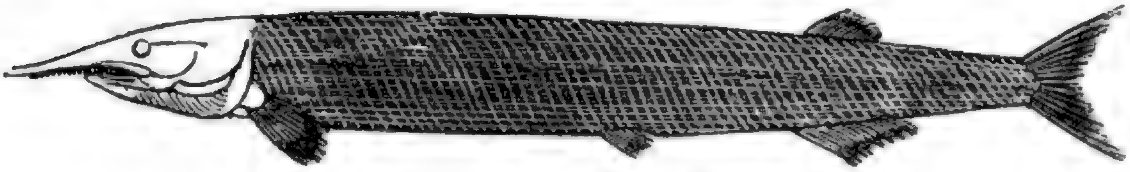


Dapedius punctatus. Aus dem Lias.

Bei demjenigen Repräsentanten der Eckschupper, in der heutigen Schöpfung, welcher die höchste Organisation in Betreff des Skelettes zeigt, die überhaupt bei Fischen realisirt ist, bei dem Lepidosteus oder Knochenhecht, zeigen sich Gelenkköpfe und Pfannen zur Verbindung der einzelnen Wirbel wie bei den Reptilien. Die Bildung des Kopfes zeigt ähnliche Verhältnisse der allmählichen Entwickelung. Zwar sind keine Eckschupper bekannt, bei welchen das Maul an der Bauchfläche des Kopfes stünde; — dagegen zeigen sich erst von dem Jura an langschnäblige Formen des Kopfes (Fig. 514), die noch bis in die heutige Zeit sich fortziehen, während vor dem

Jura in den älteren Schichtengebilden nur Fische mit abgestutztem, breitem Kopfe vorkommen. Letztere Form geht aber, wie wir eben gesehen haben,

Fig. 514.



Restauration von Aspidorhynchus.

in der embryonalen Entwickelung der Ausbildung spitz geschnäbelter Gestalten vor. Die Form der Schwanzflosse endlich zeigt ebenfalls eine allmähliche Entwickelung durch die Reihe der Formationen hindurch. Alle Eckschupper ohne Ausnahme, welche man bis jetzt in älteren Formationen vor dem Jura gefunden hat, sind heterocerk, und erst in den jurassischen Schichten beginnen homocerke Gestalten aufzutreten, welche in den oberen Juraschichten die Ueberhand gewinnen, ohne indeß die heterocerken Formen gänzlich zu verdrängen, wie denn auch der eine Repräsentant der Eckschupper, in der heutigen Schöpfung der Knochenhecht Nordamerica's, eine heterocerke Schwanzflosse besitzt, während der andere Repräsentant, der Knochenhecht des Niles (Polypterus), homocerk ist.

Die dritte Gruppe der Ganoiden, welche mit rundlichen dachziegelförmigen Schuppen bedeckt sind, und die man auch die Coelakanthen genannt hat, beginnt ebenfalls mit eigenthümlichen Formen von gewaltiger Größe in den devonischen Schichten. Sie setzen sich, wenn auch vielleicht mit Unterbrechung, während der Tertiärzeit bis in die heutige Epoche fort. Diese Gruppe, welche an numerischer Ausbildung stets weit hinter den Eckschuppern zurückbleibt, zeigt ebenfalls in den älteren Schichten nur Formen mit höchst unentwickeltem inneren Skelett, und vor dem Jura durchaus nur heterocerke Schwanzflossen, während in dem der Kreide und der Jetztwelt die Repräsentanten der Gruppe homocerke Schwanzflossen tragen. §. 1452.

Die Knorpelfische mit querem Maul oder die Plagiostomen, bei welchen das innere Skelett stets auf einer niederen Stufe der Vollkommenheit bleibt, sowie auch Schwanzflosse und Stellung des Mundes stets einen embryonalen Charakter behaupten, sind schon in den ältesten Schichten vertreten. Es läßt sich in den bisher angeführten Momenten kein Grund finden, woraus eine allmähliche höhere Ausbildung dieser Klasse nachgewiesen werden könnte. Von den Cyklostomen oder den rundmäuligen Knorpelfischen kann hier keine Rede sein, da sie in den verschiedenen geologischen Formationen keine Reste hinterlassen haben, wie dies indessen aus der Beschaffenheit ihres Skelettes leicht erklärlich ist. Indeß zeigen §. 1453.

sich andere Umstände, welche auf eine allmähliche Entwickelung der Formen bei den Plagiostomen hindeuten. In den älteren Schichten herrschen die Hayfische vor, welche allgemein große hetrocerke Schwanzflossen besitzen. Unter den Hayfischen giebt es aber bis zum Beginne der Trias nur solche Formen, welche mit Rückenstacheln (Fig. 515) ausgestattet sind. Die Familie der Cestracionten (Fig. 516 u. 517), deren platte Mahl-

Fig. 515.

Tristychius arcuatus. Von Glasgow.

Fig. 516.

Cochliodus contortus. Von Bristol. Eine ganze Kinnlade.

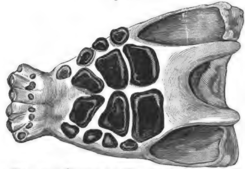
Fig. 517.

Strophodus longidens. Aus dem unteren Oolith. (Calcaire de Caën in der Normandie.)

zähne mehr zum Zermalmen von Schalthieren bestimmt scheinen und auf einen wenig räuberischen Charakter hindeuten, beginnt einzig in den Uebergangsgebilden und zeigt durch alle Schichten hindurch von der Steinkohle an bis in die Kreide hinein einen außerordentlichen Reichthum an Geschlechtern und Arten. In der oberen Kreide und der Tertiärzeit zeigen diese mit Mahlzähnen versehenen Haye nur sehr wenige Repräsentanten, und in der Jetztwelt sind sie sogar auf eine einzige Art beschränkt. Ebenso sind die mit Mahlzähnen versehenen Placoden (Fig. 518) auf die Trias beschränkt.

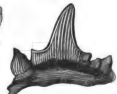
Eine Uebergangsform von diesen zu den ächten Hayen bieten die Hy- §. 1454.
bodonten (Fig. 519 und 520), die ebenfalls noch alle Stacheln tragen

Fig. 518.



Ein ganzer Gaumen von Placodus Andriani. Aus dem Muschelkalke von Bamberg. Die Mahlzähne sind erhalten, die Schneidezähne ausgefallen.

Fig. 519.



Cladodus marginatus. Von Armagh.

Fig. 520.

Zahn von Hybodus plicatilis.

und kegelförmige Zähne besitzen. Sie zeigen sich zuerst in der Steinkohlenzeit, erreichen ihre höchste Ausbildung an Formen und Gestalten in der Trias und sterben mit dem Jura aus, wenigstens hat man bis jetzt von der Kreide an keine Repräsentanten dieser Sippe finden können.

Die ächten Haye endlich (Fig. 521, 522, 523, und a. f. S. Fig. §. 1455.
524, 525) mit scharfen schneidenden Zähnen, welche ausschließlich auf

Fig. 521.

Otodus appendiculatus.

Fig. 522.

Corax pristodontus.

Beide aus der weißen Kreide.

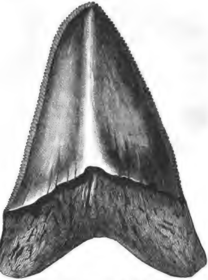
Fig. 523.

Notidanus primigenius. Aus der Molasse.

Raub von Fischen angewiesen sind, beginnen erst mit dem Zechsteine, und nehmen stets an Zahl und Mannichfaltigkeit zu, bis in die jetzige Schöpfung. Es zeigt sich also ein bestimmter Fortschritt unter den hayfischar-

tigen Formen von mehr schalenfressenden Arten zu solchen, welche auf räuberischere Lebensweise angewiesen sind. Die Rochen (Fig. 526), welche

Fig. 524.



Carcharodon megalodon. Aus der Maffeol.

Fig. 525.

a b

Lamna Hopei.
Aus dem Londonthone.
a. Von vorne. *b.* Von der Seite.

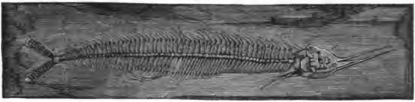
Fig. 526.

Myliobates punctatus.
Aus dem Londonthone.

durch ihre plattgedrückte Form eine eigenthümliche abweichende Sippe bilden, beginnen erst mit dem Jura, und die seltsamen Chimären, in welchen indeß die höchste Vollendung der Organisation, deren der Plagiostomen-Typus fähig ist, erreicht scheint, beginnen mit der Trias und ziehen sich allmählich, ohne je an Zahl bedeutend zu werden, bis in die heutige Epoche fort.

§. 1456. Betrachten wir nun die große Gruppe der regelmäßigen Knochenfische (Fig. 527, 528 und 529), so zeigt sich das überraschende Resultat, daß dieselben erst mit der Kreide beginnen, und daß keine Spur derselben bis jetzt in älteren Formationen aufgefunden wurde. Diese Gruppe der Fische also, deren Embryonen alle die Formen, die in den vorher erwähnten Gruppen zum Theil bleibend dargestellt sind, während ihres Lebens im Ei durchlaufen, treten erst in einer verhältnißmäßig sehr späten

Fig. 527.

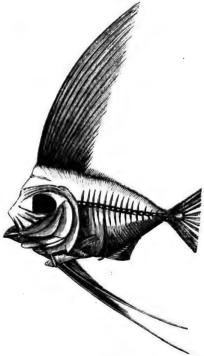


Palaeorhynchum latum. Aus den Schiefern von Glarus.

Fig. 528.

Aulostoma bolcense.

Fig. 529.

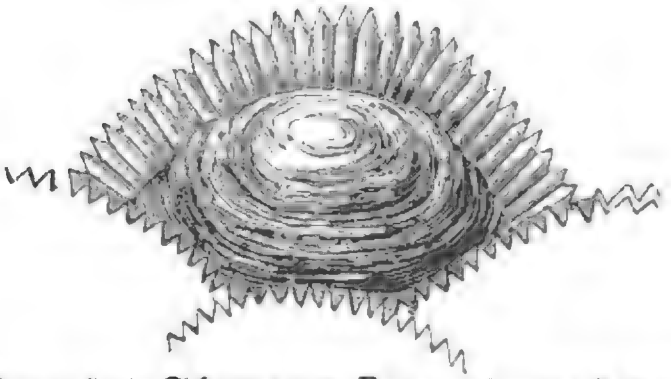


Semiophorus velicans. Beide vom Monte Bolca.

Digitized by Google

Epoche der Erdgeschichte auf, und zwar sogleich mit einer ziemlich großen Menge von Formen, die verschiedenen Familien angehören. Die verhältnißmäßig höhere oder geringere Organisation in diesen Thieren nachzuweisen, bleibt vor der Hand noch eine Aufgabe, die ihrer Lösung harrt, zumal da aus dem Auftreten derselben sich keine bestimmteren Thatsachen ergeben. Zwar finden sich in der Kreide hauptsächlich Formen, welche durch ihre großen dicken Schuppen einige Annäherungen zu den Ganoiden zeigen, und namentlich die Familie der Perkoiden ist in der Kreide nur durch eine kleine Sippe vertreten (Fig. 530), deren Schuppen sich durch einen einfach gesägten Rand, der wie ein Kamm aussieht, wesentlich von denen der übrigen zahlreicheren Barscharten unterscheiden, bei welchen die Rauhigkeit des hinteren Schuppenrandes durch wirklich aufgesetzte Stücke erzeugt wird, die in vielfachen Reihen hinter einander stehen.

Fig. 530.



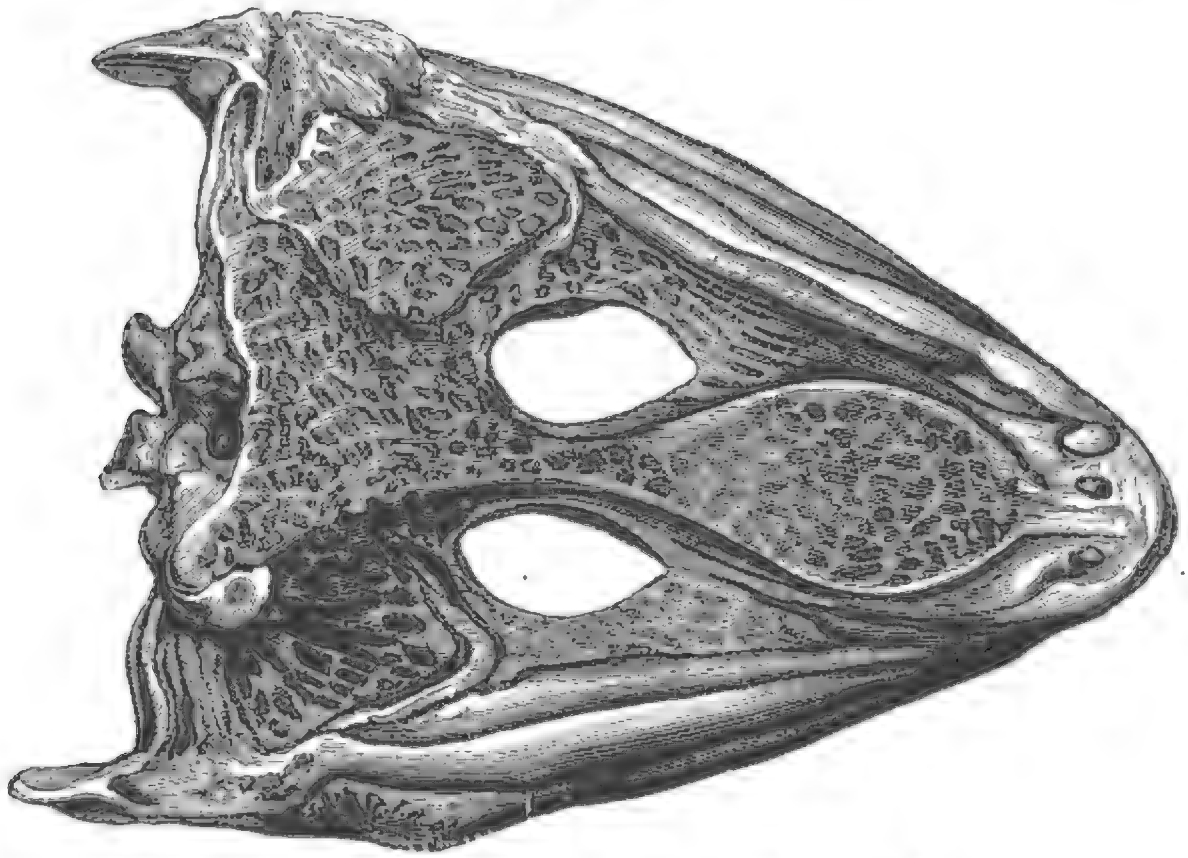
Vergrößerte Schuppe von Beryx microcephalus. Aus der weißen Kreide.

§. 1457. Betrachten wir die Entwickelung der Fische während der verschiedenen geologischen Epochen im Ganzen, so zeigt sich vor allen Dingen mit dem Beginne der Kreideniederschläge ein Hauptabschnitt in der Geschichte dieser Geschöpfe, indem mit dem Erscheinen dieser Formation zuerst die normalen Knochenfische auftreten. Ein anderer Abschnitt, obgleich weniger wichtig, zeigt sich mit dem Beginne der jurassischen Epoche, in welcher zuerst Fische mit homocerker Schwanzflosse und schnabelartig ausgezogenem Kopfe sich vorfinden. Ein dritter Abschnitt endlich trennt die Uebergangsgebilde von den neueren Formationen, denn in den älteren Schichten kommen nur embryonale Formen vor, bei denen noch keine Wirbelsäule vorhanden ist, sondern nur eine gallertartige Chorda, auf welcher knöcherne Wirbelfortsätze stehen. Es zeigt sich somit im Ganzen der Klasse, wie in den einzelnen Familien, ein entschiedener Fortschritt von embryonalen Formen zu höherer Ausbildung.

§. 1458 Die Klasse der **Amphibien** beginnt erst ziemlich spät in der Reihe der Formationen und zeigt einen in jeder Beziehung eigenthümlichen Entwickelungsgang. In sämmtlichen Schichten der Trias nämlich, besonders aber in dem Keuper, finden sich die Ueberreste der **Labyrinthodonten** (Fig. 531), einer höchst eigenthümlichen Familie, welche durch ihren Charakter gleichsam ein verbindendes Mittelglied zwischen den Amphibien und Reptilien bildet, und sich am nächsten den Caecilien anschließt. Die Labyrintho-

donten sind durchaus auf die Trias beschränkt, so daß demnach diese Anbahnung einer eigenthümlichen Richtung in dem Typus der Amphibien

Fig. 531.

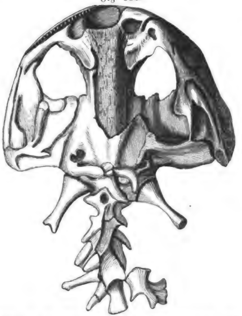


Schädel von Mastodonsaurus Jaegeri. Aus dem Keuper.

sehr bald wieder erlosch, und erst in der jetzigen Schöpfung wieder in anderer Form auf's Neue zum Vorschein kam. Die eigentlichen Batrachier treten erst in den Tertiärgebilden auf und zwar hier sowohl mit embryonalen Formen, welche sich den kiementragenden Molchen beigesellen (Fig. 532 a. f. S.), als auch mit entwickelten Fröschen. Die typischen Amphibien sind demnach erst eine spätere Schöpfung der Natur, gleichsam eingeschoben zwischen die Fische einerseits und die Reptilien andererseits. Diese beiden letzteren Klassen nähern sich trotz der Einschiebung der Amphibien wieder in mancher Beziehung einander sehr, namentlich in der Bildung des Schädels, die bei dem Knochenhecht einen hohen Grad von Aehnlichkeit mit dem Kopfbau des Crocodils erhält.

Die eigentlichen Reptilien lassen in ihrer Ausbildung mehre Ent- §. 1459.
wickelungsformen erkennen, welche namentlich dann klarer vor's Auge treten, wenn man die beschuppten und die gepanzerten Reptilien wohl von einander unterscheidet. Was die ersteren, die beschuppten Reptilien betrifft, welche Eidechsen und Schlangen in sich begreifen, so treten die Repräsentanten der Eidechsen zuerst im Kupferschiefer auf und zwar mit einem einzigen noch ziemlich unbekannten Geschlechte, dem Protorosaurus, dessen Wirbel durch rechtwinklige Gelenkflächen an einander stoßen.

Fig. 532.



Kopf und vorderer Theil der Halswirbelsäule vom Oeninger Riesensalamander (Andrias Scheuchzeri).

Die früheren Schichten, namentlich die Uebergangs- und Kohlenformationen, enthalten keine Spur von Reptilien, die demnach schon durch ihr späteres Erscheinen in der Reihe der Formationen einen höheren Organisationstypus bekunden, als die Fische. In den späteren Formationen, nämlich in der Trias und dem Jura, kommen nur wenige Repräsentanten der eidechsenartigen Reptilien vor, während diese dagegen in der Kreide (Fig. 533) mit gigantischen Formen **auftreten. Die Krei-**

Fig. 533.

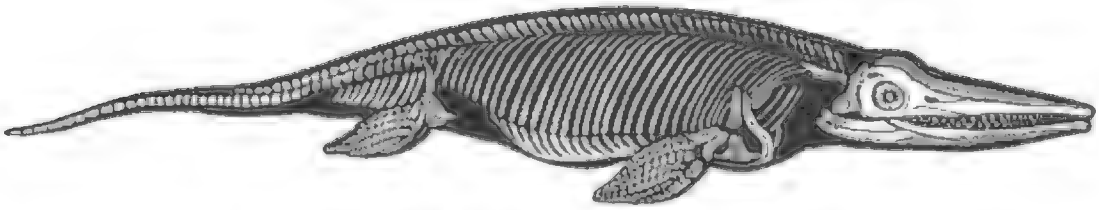
Mosasaurus Hofmanni. Aus der mastrichter Kreide.

Stück vom Schädel, bestehend aus dem rechten Unterkiefer, der zahntragenden Hälfte des linken Unterkiefers und der fast vollständigen linken Oberkinnlade. Das vordere Ende des zerbrochenen rechten Unterkiefers liegt auf dem rechten Unterkiefer quer über.

de scheint in der That diejenige Formation zu sein, welche die Entwickelung riesenmäßiger Eidechsen vorzugsweise berücksichtigte. In der Tertiärzeit sinken die Formen zu denjenigen Größen herab, an welche wir aus unserer Schöpfungsepoche gewöhnt sind, und zugleich treten hier Repräsentanten einer anderen Ordnung, der beschuppten Reptilien, nämlich der schlangenartigen, in gleicher Anzahl auf. Diese letzteren erreichen bekanntlich durch die ungemeine Ausbildung der Gelenke, welche die Wirbel verbinden, den höchsten Typus, den die Wirbelsäule überhaupt bei den Reptilien erlangen kann, und es zeigt sich also in dieser Hinsicht ein unverkennbarer Fortschritt zu höherer Bildung.

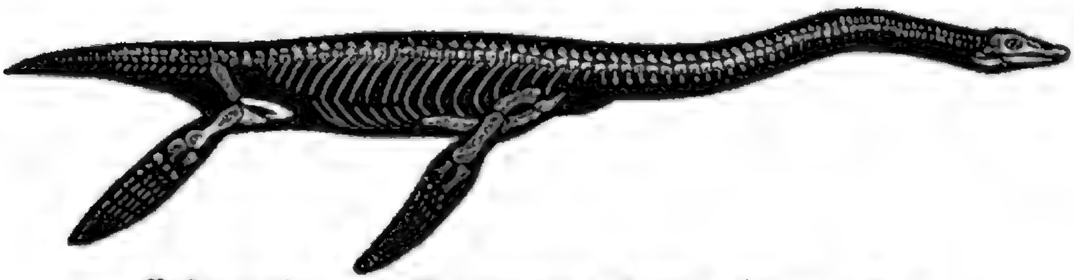
Die erste Ordnung der gepanzerten Reptilien, nämlich die §. 1460. Gruppe der crocodilartigen Geschöpfe, bildet eine höchst eigenthümliche Reihe, welche zuerst mit dem Lias beginnt und sich bis in unsere Zeit hin fortsetzt. Die Formen von niederer Entwickelungsstufe werden hier repräsentirt durch jene Seeeidechsen, die Ichthyosauren (Fig. 534) und Plesiosauren (Fig. 535 und Fig. 536 a. f. S.), bei welchen die Doppelkegel-

Fig. 534.



Das ganze Skelett von Ichthyosaurus communis.
Aus dem Lias.

Fig. 535.

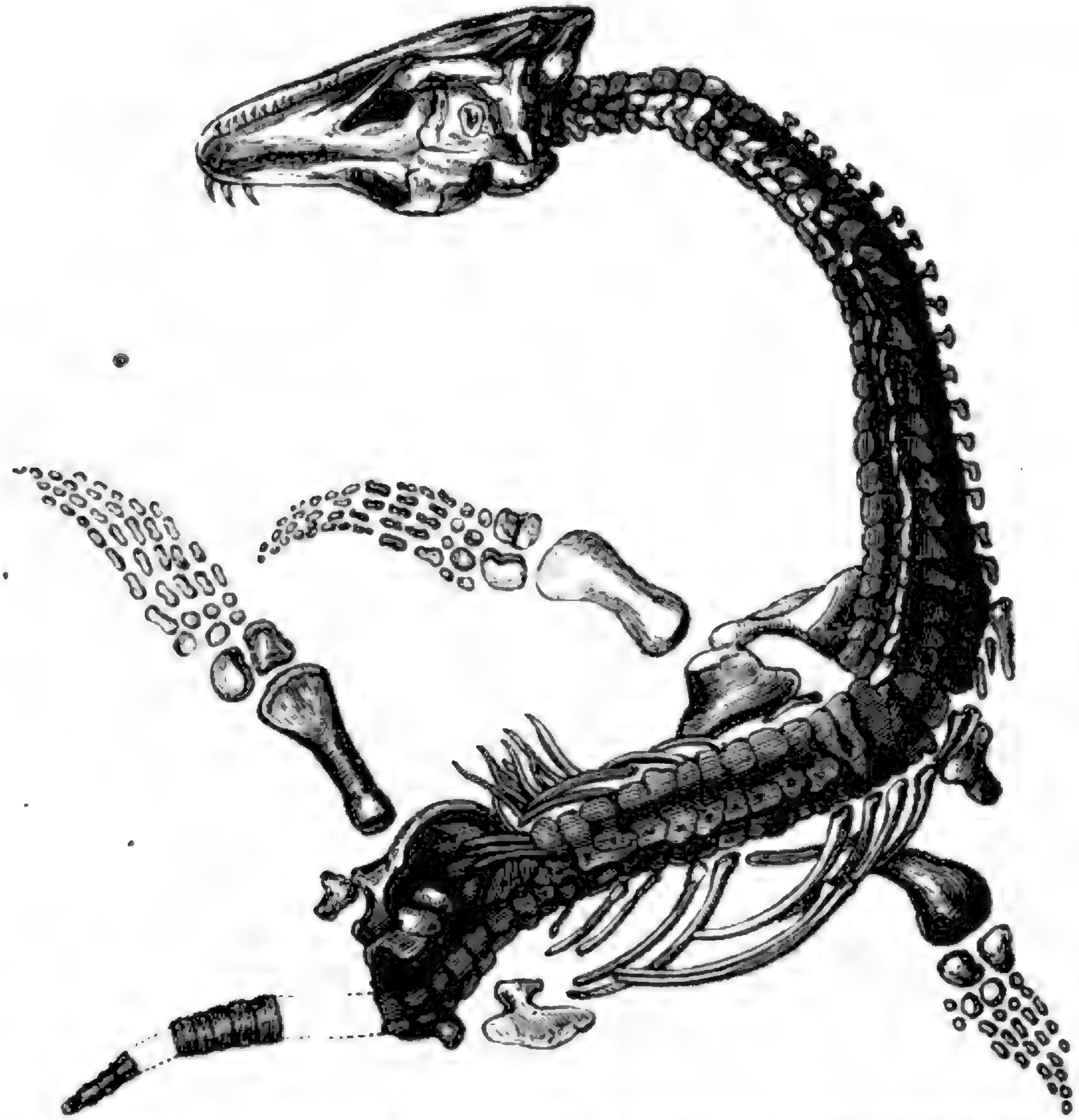


Restauration von Plesiosaurus dolichodeirus. Lias.

bildung der Wirbel und die flossenförmige Gestalt der Extremitäten offenbar auf einen embryonalen Zustand hindeutet. Diese eigenthümlichen Formen verschwinden schon wieder kurz nach ihrem Auftreten in dem Oolith. Durch den ganzen Jura hindurch von dem Lias an erhalten sich aber crocodilartige Thiere (Fig. 537 a. f. S.), welche dadurch ebenfalls einen niederen Standpunkt der Organisation bethätigen, daß sie bei crocodilartiger Ausbildung des Kopfes und der Extremitäten noch fischartige Wirbel mit Doppelfacetten besitzen, welche einigermaßen denjenigen der Seeeidechsen gleichen. Man hat aus diesen Crocodilen mit embryonalen Wirbeln die Familie

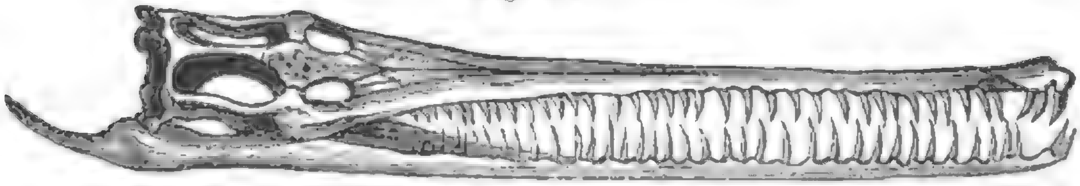
der Teleosaurier gebildet. Erst in der Kreide und den Tertiärgebilden zeigen sich ächte Crocodile mit Wirbeln, welche vorn mit einer concaven, hin-

Fig. 536.



Ein fast vollständiges Skelett von Plesiosaurus macrocephalus.

Fig. 537.



Mystriosaurus Tiedemanni. Aus dem Lias.

ten mit einer convexen Gelenkfläche versehen sind, wie dies auch bei den jetzt lebenden der Fall ist. Es zeigt sich also in der ganzen Reihe der gepanzerten Eidechsen ein wohl charakterisirtes Streben nach Vervollkommnung, das auch noch in dem Umstande hervortritt, daß in dem unteren Jura die flossentragenden Seeeidechsen weit über die mit Füßen versehenen Teleosaurier an Zahl und Mannigfaltichkeit hervorstehen.

§. 1461. Von der zweiten Ordnung der gepanzerten Reptilien, den Schild-

kröten, läßt sich nur so viel anführen, daß dieselben schon in dem Muschelkalke beginnen, allein mit äußerst sparsamen Repräsentanten, daß sie hingegen im Jura ziemlich zahlreich werden, und in allen Schichten bis auf die neuere Epoche sich vorfinden. Was die einzelnen Familien derselben trifft, so läßt sich über deren Aufeinanderfolge um so weniger etwas sagen, als die fossilen Reste noch einer geeigneten Bearbeitung harren, und bis jetzt nur noch sehr wenig bekannt sind.

Betrachten wir die Entwickelung der *Säugethiere* nach den einzelnen Gruppen, welche wir oben bei denselben aufgestellt haben, so ergeben sich folgende Thatsachen. Die niederste Gruppe der Säugethiere, die *Didelphen*, beginnen schon in dem Jura mit einigen Geschlechtern (Fig. 538), scheinen aber dann wieder auszusterben, wenigstens haben sich §. 1462.

Fig. 538.

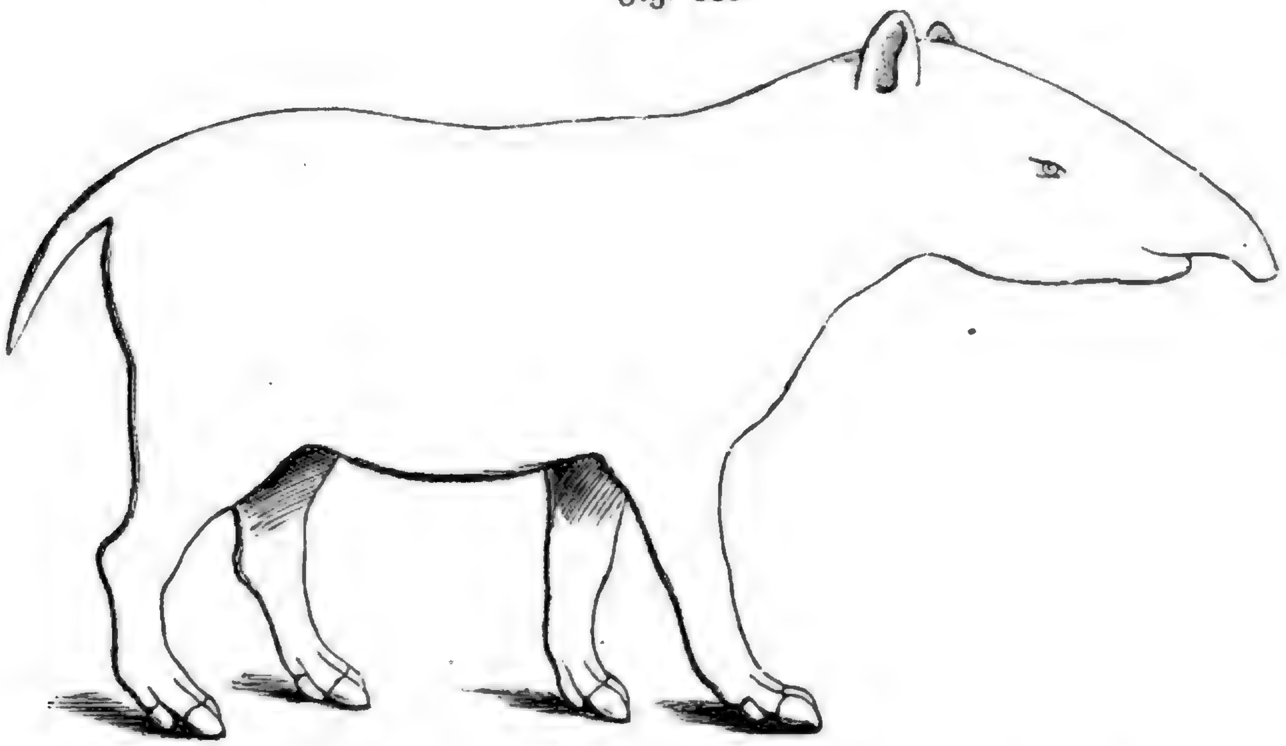
Phascolotherium Bucklandi. Aus den Schiefern von Stonesfield.

in der Kreide bis jetzt noch keine Ueberreste auffinden lassen. In den ältesten Tertiärschichten, dem Grobkalke, zeigen sich wieder einige Repräsentanten derselben in Europa, was um so merkwürdiger erscheint, als die Beutelthiere in jetziger Zeit gänzlich aus der alten Welt verschwunden sind und hauptsächlich nur in Neuholland und Südamerika vorkommen. In der jüngeren Tertiärzeit endlich tritt uns in den Schichten Neuhollands eine große Mannichfaltigkeit didelphischer Säugethiere entgegen, in welchen sogar Ordnungen vertreten scheinen, welche sich heut zu Tage in der Reihenfolge dieser Gruppe nicht mehr finden. Man hat öfter das Erscheinen eines Säugethieres in den jurassischen Schichten als eine Art Anomalie betrachtet und aus diesem Grunde sogar den aufgefundenen Resten von Didelphen ihre unzweifelhafte Säugethiernatur ableugnen wollen. Betrachtet man aber, wie dies nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nothwendig geschehen muß, die Didelphen als die unvollkommneren Glieder der Säugethierklasse, so steht dies frühe und alleinige Erscheinen derselben in der Juraformation durchaus nicht im Widerspruche mit den bisher erkannten Gesetzen der organischen Entwickelung auf der Erde.

Die *Cetaceen* oder *Walthiere*, welche ohne Zweifel einem §. 1463.

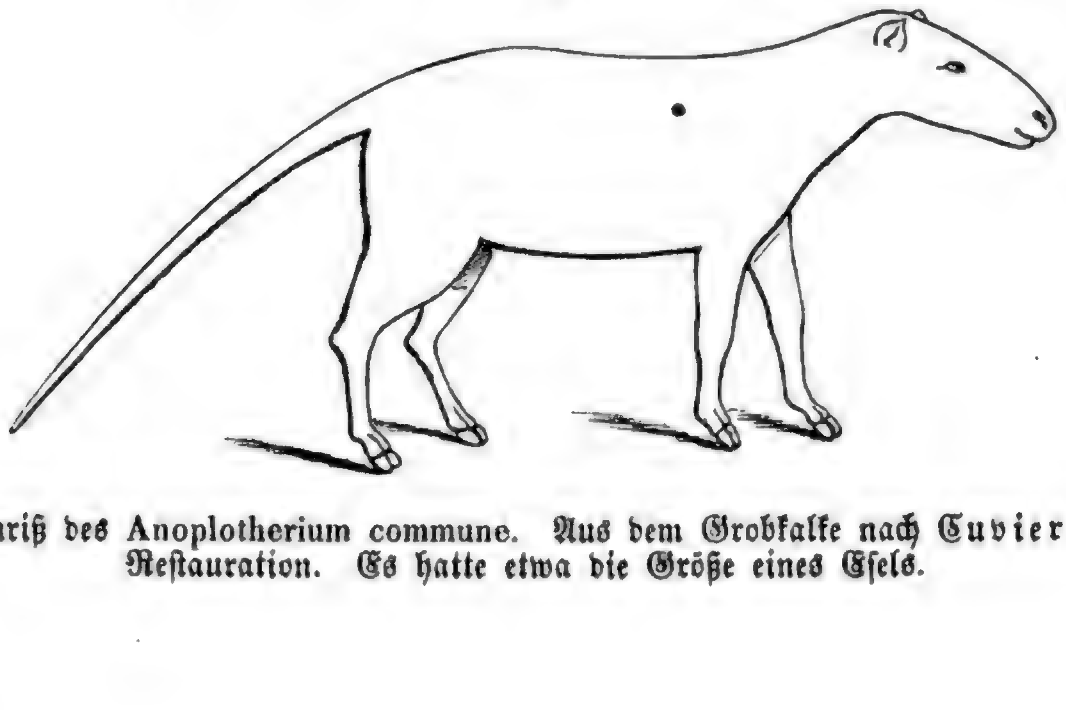
sehr niederen Organisationstypus angehören, und vielleicht die unterste Gruppe der Dickhäuter darstellen, erscheinen schon in den ältesten Tertiärschichten und ziehen sich durch alle Tertiärgebilde bis in die heutige Schöpfung fort. Die Gruppe der eigentlichen Dickhäuter wiegt bedeutend in der ältesten Tertiärzeit vor, und zwar zeigen sich in dieser nur solche Dickhäuter, welche keine Repräsentanten mehr besitzen, und zu jetzt ausgestorbenen Gruppen gehören. Zugleich bilden diese Paläotherien (Fig. 539) und Anoplotherien (Fig. 540) des Grobkalkes eigenthümliche

Fig. 539.



Umriß des Palaeotherium magnum. Aus den Gypsbrüchen von Montmartre nach der Restauration von Cuvier.

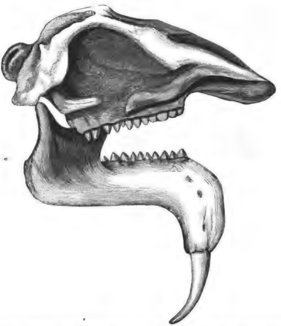
Fig. 540.



Umriß des Anoplotherium commune. Aus dem Grobkalke nach Cuvier's Restauration. Es hatte etwa die Größe eines Esels.

Mittelformen, welche zwischen den verschiedenen Typen der Dickhäuter gleichsam in der Mitte stehen. Die Repräsentanten der jetzigen Dickhäuter erscheinen erst zum Theile in den mittleren Tertiärgebilden, so namentlich die Sirenen und das Dinotherium (Fig. 541), welche in die Nähe derselben zu gehören scheinen; ferner erscheinen in der mittleren Tertiärperiode die mastodontenartigen Thiere (Fig. 542), die Vorläufer der ei=

Fig. 541.



Kopf des Dinotherium giganteum. Aus dem Knochensande von Eppelsheim.

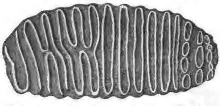
Fig. 542.

Backzahn von Mastodon australis. Von der Seite gesehen.

Digitized by Google

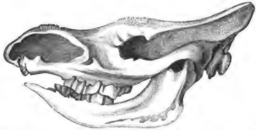
gentlichen Elephanten (Fig. 543), welche erst in der jüngsten Tertiärperiode auftreten, eine Menge von schweinsartigen Thieren, einige Nashörner (Fig. 544) und auch die ersten Vorläufer der Einhufer, welche erst in der jüngsten Tertiärperiode häufiger werden. Es zeigt sich demnach in der Reihe der Dickhäuter ein unverkennbares Streben nach Vervollkommnung, indem die höchst organisirten Glieder dieser Reihe, Elephant und Pferd, erst in den jüngeren Tertiärgebilden auftreten.

Fig 543.



Backzahn von Elephas primigenius. Von der Kaufläche aus gesehen.

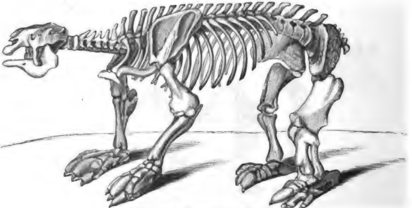
Fig 544.



Schädel von Rhinoceros tichorhinus. Aus dem sibirischen Sande.

§. 1464. Die abnorme Gruppe der Zahnlosen (Fig. 545, 546 und 547) er-

Fig. 545.



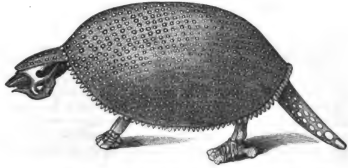
Skelett von Megatherium Cuvieri.

scheint erst in den jüngsten Tertiärgebilden, und zwar auch hier hauptsächlich nur in den Tertiärgebilden Südamerica's, in welcher Gegend auch

Fig. 546.

Mylodon robustus. Aus dem la Platagebiete.

Fig. 547.



Glyptodon clavipes. Aus dem Sande des Pampasthones bei Buenos Ayres.

Digitized by Google

jetzt noch dieser Typus vorherrschend entwickelt ist. Ebenso zeigt sich die Gruppe der **Wiederkäuer** hauptsächlich nur in den jüngsten Tertiärgebilden, und zwar in diesen hauptsächlich mit solchen Formen, welche auch in der Jetztwelt vorkommen. Einige abweichende Geschlechter kommen in den mittleren Tertiärgebilden vor (Fig. 548), während der Grobkalk keine Repräsentanten dieser Gruppe aufzuweisen hat.

Fig. 548.

Kopf des *Sivatherium giganteum*. Aus den Sivalikbergen am Himalaya.

§. 1465 Die Gruppe der **Nager**, deren fossile Reste übrigens meistentheils noch näherer Bestimmung bedürfen, zeigt nur einige höchst sparsame Reste in dem pariser Grobkalke, welche wahrscheinlich untergegangenen Geschlechtern angehören dürften, obgleich sie jetzt noch den Siebenschläfern und den Eichhörnchen zugeschrieben werden. In der mittleren Tertiärperiode findet sich schon ein größerer Reichthum von Formen, unter welchen mehre ausgestorbene Geschlechter, und in der jüngeren Tertiärzeit endlich wimmelt es von Arten, welche fast alle noch jetzt lebenden Geschlechtern angehören.

§. 1466. Die **Insectenfresser**, als höhere Stufe derselben Reihe, zeigen sich erst in den jüngsten Tertiärschichten, während die abnorme Gruppe

der Fledermäuse schon in dem Grobkalke, wenn auch nur höchst sparsam, vertreten ist.

Die Reihe der reißenden Thiere endlich beginnt ebenfalls schon in dem Grobkalke, allein mit nur höchst wenigen sparsamen Formen, die besonders solchen Gattungen angehören, welche verbindende Mittelformen zwischen den einzelnen Gruppen der Fleischfresser darstellen. Auch in den mittleren Tertiärschichten dauert dies Verhältniß fort, obgleich hier schon einige Formen hervortreten, welche den Bären (Fig. 549), den Hunden und Hyänen (Fig. 550) und den Katzen (Fig. 551 a. f. S.) zuzurech- §. 1467.

Fig. 549.

Kopf des Ursus spelaeus, von der Seite.

Fig. 550.

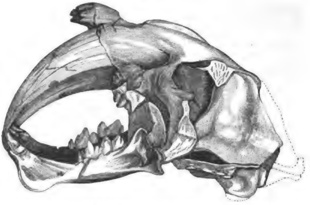
Kopf der Hyaena spelaea. Von der Seite gesehen.

nen sind. Jedoch erhalten diese drei Haupttypen der reißenden Thiere erst in den jüngsten Tertiärgebilden ihre vollständige Ausbildung und treten hier mit einem Reichthume von Formen und einem Uebergewichte von Individuen auf, wodurch sogar die heutige Periode weit übertroffen wird. Die Phoken, welche wohl die niedrigste Gruppe der Fleischfresser bilden, beginnen in den mittleren Tertiärgebilden, und die Vierhänder (Fig. 552 a. f. S.) als höchste Gruppe sind erst in den mittleren und jüngsten Tertiärgebilden repräsentirt.

Wenn wir nun noch einen Ueberblick auf die Gesammtheit der Erscheinungen werfen, welchen der Entwickelungsgang der Organisation auf §. 1468.

der Erde darbietet, so dürfte die Fortbildung von niederen Formen, in welchen embryonale Zustände bleibend vertreten sind, zu höheren Typen

Fig. 551.



Felis Smilodon. Aus Brasilien.

Fig. 552.

Fossiler Unterkiefer eines Affen (Pithecus antiquus) von Sansans.

wohl unverkennbar sein. Es zeigt sich dieses Fortschreiten in der Entwickelung der einzelnen Gruppen, wie in der Ausbildung der Gesammtheit. Denn wenn auch die embryonalen Formen nie ganz verschwinden, und jede einzelne Schöpfung ein Bild darbietet, welches dem ähnlich ist, das uns in den jetzt lebenden Formen vor die Augen tritt, so sind doch die einzelnen Schöpfungen in ihrer Aufeinanderfolge gerade dadurch vor einander bevorzugt, daß die jüngeren stets ein höheres Ziel organischer Entwickelung erreichen, als die vorhergehenden. Je jünger deshalb eine Schö-

pfung ist, ein desto vollendeteres Bild der Organisation stellt sie in ihrer Gesammtheit dar.

So kann man einzig nach den Endpunkten, welche die Organisation §. 1469. in ihnen erreicht, drei große Perioden unterscheiden, welche wir mit den Namen des Reiches der Fische, Reptilien und der Säugethiere bezeichnen können, indem wir diese Klassen der Wirbelthiere als Repräsentanten der höchsten Ausbildung erkennen, zu welcher die Organisation in jeder dieser drei Perioden gelangt. Das Reich der Fische umfaßt alle älteren Schichten bis zu dem Kupferschiefer, in welchem eben nur Fische und keine höher ausgebildeten Wirbelthiere vorkommen. Das Reich der Reptilien begreift die sämmtlichen secundären Gebilde vom Kupferschiefer an bis zu dem Ende der Kreideperiode, während das Reich der Säugethiere mit den Tertiärgebilden beginnt, wenn wir von den vereinzelten Repräsentanten derselben in dem Jura abstrahiren. Schon aus dieser Betrachtungsweise ergiebt sich die Gliederung der einzelnen Formationen im Großen, während der Fortschritt im Einzelnen aus den oben angeführten Thatsachen hervorgeht.

Aus dem Umstande, daß die embryonalen Formen um so mehr über- §. 1470. wiegen, je weiter entfernt von uns die Formationen liegen, geht auch die stets zunehmende Fremdartigkeit der älteren Schöpfungen auf das Genügendste hervor. Die embryonalen Formen erscheinen uns eben deswegen fremd, weil sie uns nur in vorübergehenden Zuständen vor die Augen geführt werden. Betrachten wir indeß die Art und Weise, wie die einzelnen Typen in den verschiedenen Schöpfungen sich darstellen, etwas näher, so zeigen sich darin einige besondere Eigenthümlichkeiten. Die meisten dieser Typen erscheinen zuerst unter Formen, welche ein gewisses Schwanken zwischen verschiedenen Richtungen andeuten. Erst bei fortschreitender Ausbildung sprechen sich diese einzelnen Richtungen deutlicher aus. So zeigen die ersten Echinodermen durch ihre gestielte Becherform mit randlichen Armen eine deutliche Annäherung zu dem Typus der Polypen; — so bieten die ersten Fische in ihren großen Zähnen, in der Structur ihres Kopfes und der Knochenbedeckung ihrer Haut eine dermaßen bedeutende Annäherung zu den Reptilien, daß sie bei oberflächlicher Untersuchung für Ueberreste derselben gehalten wurden; so lassen die ersten Amphibien eine ähnliche Verschmelzung mit Charakteren der Reptilien gewahren u. s. w. Das gleiche Schwanken zwischen einzelnen Klassen durch verbindende Mittelglieder findet man auch in den einzelnen Familien und Gruppen. Die scharf gesonderten Typen, welche wir jetzt unterscheiden können, stellen sich somit erst nach einer gleichsam provisorischen Periode fest, und folgen dann in ihrer Ausbildung einer bestimmt ausgesprochenen Organisationsrichtung. Indeß auch dies anfängliche Schwanken der Typen

erklärt sich aus der embryonalen Entwickelungsweise. Sowie der Embryo um so mehr allgemeine Charaktere zeigt, je jünger er ist, anfangs nur im Allgemeinen den Typus des Wirbelthieres erkennen läßt, und später erst die bestimmter charakterisirte Klasse, Ordnung und Sippe, so zeigen auch die Typen in ihrem ersten embryonalen Auftreten sich nur in großen Umrissen an, welche sich später mehr und mehr bestimmteren Formen anschließen.

§. 1471. Man hat aus dem regelrechten Aufeinanderfolgen der einzelnen Typen, aus der planmäßigen Entwickelung von den niederen Formen zu höheren schließen wollen, daß eine bewußte Schöpfungsidee diesem Plane zu Grunde liege und denselben von Uranfang an auf das Schönste und Beste durchgeführt habe. Man hat behauptet, daß vor Allem die Paläontologie es sei, welche unverkennbar auf einen ordnenden Geist, auf einen persönlichen Schöpfer hinweise, welcher nach einem sinnvoll combinirten Plane die einzelnen Schöpfungen in's Leben berufen, und der allmählichen Vollendung entgegengeführt habe. Es scheint uns im Gegentheil, als liefere gerade diese allmähliche Ausbildung der Organisation, dieses successive Vernichten der unvollkommneren Typen und Auftreten der vollkommneren den kräftigsten Beweis gegen die Existenz eines solchen persönlichen Schöpfers. Wir huldigen der Ansicht, daß der organischen Materie als solcher die Fähigkeit der allmählichen Ausbildung als Eigenschaft innewohne, welche sich von der Materie nicht trennen lasse. Es scheint uns unmöglich vereinbar mit einer unendlichen Weisheit, daß Unvollkommenes erschaffen werde, welches man nach einer gewissen Zeit der Existenz mit einem Schlage zu vernichten gezwungen ist, um Anderes an die Stelle zu setzen, was ebenfalls nach einem gewissen Zeitraume unbrauchbar befunden wird. Will man eine solche bewußte Schöpfungsidee annehmen, so muß man folgerecht endlich darauf kommen, sich dieselbe so vorzustellen, als möblire sie ihre Erde so gut, als es eben in dem Augenblicke angeht, werfe aber die abgenutzten Möbel bei Seite, sobald es ihr möglich wird, sie durch neue, bessere zu ersetzen. Wem solche Annahme gefällt, der mag sie adoptiren; wir sehen im Gegentheil hier die Momente der selbstständigen Entwickelung, welche die Erde als materieller Körper durchläuft und an deren Endziel sie gewiß auch jetzt noch nicht angelangt ist.

---

§. 1472. An dem Ziele dieser Darstellung angelangt, sehen wir uns genöthigt, noch kurz einige Fragen zu untersuchen, welche hauptsächlich deshalb aufgeworfen wurden, weil die Theologie und der fromme Glaube eine Uebereinstimmung der Ergebnisse der Wissenschaft mit derjenigen Darstellung verlangten, welche uns die Bibel von der Schöpfung und der Geschichte des

ersten Menschengeschlechtes giebt. Man behauptete, daß diese Darstellungen nothwendig die Wahrheit enthalten müßten, weil sie eben aus göttlicher Offenbarung geflossen seien, und wenn man auch die Wissenschaft in unserem Jahrhundert nicht mehr mit Gewalt zur Anerkennung dieser Wahrheit zu zwingen wagte, so glaubte man doch berechtigt zu sein, ihre Resultate von vorn herein im Namen der Religion zurückzuweisen. Einer solchen Beweisführung kann freilich die Wissenschaft nicht entgegentreten, da sie nothwendig auf Thatsachen sich gründen und den Glauben als eine unbegründete persönliche Ueberzeugung zurückweisen muß. Es handelt sich indessen darum, zu untersuchen, ob wirklich die Resultate der Wissenschaft, wie sie uns jetzt vorliegen, mit der Schöpfungsgeschichte, wie Moses sie erzählt, im Einklange stehen; — ob es in der That eine allgemeine, über die ganze Erde verbreitete Sündfluth gab, welche sämmtliche Geschlechter der Thiere und Menschen bis auf wenige Stammhalter vernichtete, die dann von Neuem sich ausbreiteten und die Erde bevölkerten.

Was nun zuerst die Geogenie des ersten Buches Moses betrifft, so ist §. 1473.
es unmöglich, auch nur den geringsten Zusammenhang zwischen dieser Mythe und der Entwickelungsgeschichte unseres Planeten, wie ihn die Wissenschaft darstellt, zu finden. Moses unterscheidet sechs Schöpfungsperioden, unter welchen die zwei ersten damit zugebracht werden, daß das Licht und der Himmel geschaffen werden, während am dritten Tage Festland und Meer sich trennen, Bäume und Kräuter entstehen, und am vierten erst Sonne und Mond erschaffen werden, welche an dem dritten Tage, wo doch die Erde schon mit Vegetation sich bedeckt hatte, noch nicht vorhanden waren. Am fünften Tage läßt Moses die Wasserthiere und die Vögel, und am sechsten die Landthiere und den Menschen entstehen.

Betrachten wir nun zuerst das Verhältniß der Entstehung der Erde als §. 1474.
Planet zu der mosaischen Erzählung, so zeigt sich, daß die Erde nothwendig dieser Mythe zufolge vor Entstehung der Sonne vorhanden gewesen sein mußte. Ja, die Bildung der Erde mußte zur Zeit der Erschaffung der Sonne schon so weit fortgeschritten gewesen sein, daß nicht nur flüssiges Wasser, sondern auch Festland und Vegetation sich auf derselben gefunden hätten. Dies steht in absolutem Widerspruche mit den Thatsachen, welche uns die planetarische Entstehungsgeschichte der Erde aufklären. Ein Centralpunkt, eine Sonne, mußte gegeben sein mit der ersten Concentration des Urnebels, aus welchem sich unser Sonnensystem entwickelt hat. Die Erde war zu einer gewissen Zeit nur eine verdichtete Nebelmasse, wie ein Komet, auf welchem sicherlich weder Festland noch Wasser in flüssigem Zustande, noch auch Pflanzen existiren konnten. Allein auch zu dieser Zeit mußte schon die Erde um die Sonne sich drehen; die Existenz der Erde ist überhaupt undenkbar von dem ersten Anbeginn an ohne die Attractionskraft des

Mittelpunktes der Sonne, um welche sie sich drehen muß. Man hat dies Erscheinen der Sonne an einem späteren Schöpfungstage daraus erklären wollen, daß man behauptete, erst in dieser mosaischen Schöpfungsperiode seien die Sonnenstrahlen durch die dichten Nebel der Atmosphäre gedrungen, während früher die Atmosphäre so mit Wasserdämpfen beladen gewesen sei, daß die Sonne nicht habe durchdringen können. Es ist unbegreiflich, wie man, dem bestimmten Wortlaute entgegen, eine solche Ansicht hat aussprechen können.

§. 1475. Betrachten wir die Reihenfolge des Auftretens der organischen Wesen, wie sie von Moses geschildert wird, so entstehen nach ihm zuerst die Vegetabilien, welche während einer ganzen Schöpfungsperiode allein ausdauern, und zu welchen sich erst späterhin Wasserthiere und Vögel, und ganz zuletzt Landthiere gesellen. Von Allem diesen findet sich in den Ergebnissen der Paläontologie keine Spur. Die Vegetabilien treten vollkommen zu gleicher Zeit mit den ältesten Thieren auf, wie denn beide Reiche der organischen Natur einander wechselseitig bedingen. Am allerwenigsten aber läßt sich nachweisen, daß eine ganze Schöpfungsperiode zwischen dem Auftreten der Pflanzen und dem Erscheinen der Thiere verflossen sei. Wenn ferner Moses zuerst die Wasserthiere und dann die Landthiere entstehen läßt, so ist diese Succession zwar allerdings richtig, wird aber dadurch wieder vernichtet, daß er die Vögel in gleiche Entstehungszeit mit den Wasserthieren und vor die Landthiere setzt. Nun zeigen sich aber die ersten und zudem noch höchst problematischen Fußspuren von Vögeln in dem bunten Sandsteine, während das erste unzweifelhafte Landthier in dem Kupferschiefer auftritt. Außerdem müßten nach der mosaischen Erzählung Reptilien und Säugethiere mit einander geschaffen worden sein, und zu gleicher Zeit mit dem Menschen, in derselben Schöpfungsperiode mit diesem, eine Ansicht, welche mit den Ergebnissen der Paläontologie in vollkommener Opposition steht.

§. 1476 Die allgemeine Sündfluth, welche nach Moses das Menschengeschlecht, sowie alle übrigen Thiergeschlechter bis auf einige Stammhalter vernichtete, widerspricht ebenso wie die Geogenie allen Ergebnissen der Wissenschaft. Wenn das Ereigniß, von welchem Moses spricht, wirklich vorgefallen wäre, und man annehmen müßte, daß es in derselben Art und Weise vor sich gegangen wäre, wie er erzählt, so müßten wir auch die Chronologie und die Zeitbestimmung des Ereignisses annehmen, nach welcher es vor etwa 6000 Jahren statthatte. Vor 6000 Jahren also sollen die Stammeltern des Menschengeschlechts der Arche entstiegen sein, sich über die Erde verbreitet und durch den Einfluß des Klima's und des Wohnortes die Raçen gebildet haben, welche wir jetzt auf der Erde wohnend erblicken. Wir besitzen aber eine Menge von Hieroglyphen, von Mumien verschiedener Menschenraçen und Thieren, welche unzweifelhaft ein Alter von 4000 Jahren erreicht

haben, und diese Hieroglyphen und Mumien zeigen durchaus die Typen der Neger, der alten Aegypter, ebenso vollkommen und ausgebildet, als wir sie jetzt noch in demselben Lande sehen; wir finden in ihnen dieselben Katzen, Vögel und Crocodile, die noch heute in Aegypten leben. Seit 4000 Jahren bewohnen also verschiedene Raçen von Menschen, verschiedene Arten von Thieren dasselbe Land, ohne daß der Einfluß des Klima's sich fühlbar gemacht hätte, und was 4000 Jahre nicht vermochten, das sollen 2000 früher verflossene Jahre bei den Menschenraçen wenigstens bewirkt haben? Noch bodenloser wird die Ansicht, wenn man bedenkt, daß es sich hier nicht um kleine Veränderungen, um Bräunung des Teints, der Farbe ꝛc. handelt, sondern um Umwandlung der weißen Raçe in eine so durchaus verschiedene Raçe, wie dies diejenige der Neger ist.

Die Verbreitung der verschiedenen Arten des Menschengeschlechtes auf der Erde in gewissen bestimmten Bezirken, die Uebereinstimmung dieser Verbreitungsbezirke mit den Verbreitungsbezirken der Thiere weist vielmehr darauf hin, daß die einzelnen Menschenarten Autochthonen sind, welche nicht von einem einzigen Elternpaare abstammen, sondern an einzelnen Punkten gesellig entstanden und sich allmählich ausbreiteten. Ein Gleiches ist, wie schon oben angeführt wurde, bei der Thierschöpfung der Fall gewesen, die unmöglich, auch nur während vierundzwanzig Stunden, in einzelnen Paaren existiren könnte. Die ganze Geschichte von der Arche entbehrt mithin alles positiven Grundes und ist lediglich als eine Mythe zu betrachten, die ebenso viel Glauben verdient, als jedes andere Mährchen. §. 1477.

Die **Sündfluth** als geologisches Phänomen hat mancherlei Anhänger gefunden, und man hat sehr oft behauptet, daß das Diluvium der Geologen das Erzeugniß dieser gewaltigen Fluth sei. Wie dies möglich sei, da die in den Diluvialgebilden sich findenden fossilen Reste anderen Arten angehören, als den jetzt lebenden, während nach der biblischen Erzählung dieselben Arten von Thieren nach der Sündfluth hätten fortleben müssen, ist uns unerklärlich. Die Diluvialgebilde können überhaupt nicht einer nur 40 Tage andauernden Fluth zugeschrieben werden, und wenn auch eine solche Fluth existirt hätte, so sprächen alle geologischen Thatsachen dagegen, daß dieselbe bis zu den Gipfeln der höchsten Berge hinangestiegen sei. Die einzig richtige Vorstellung, welche man sich von diesen Fluthen machen kann, ist die, daß in der historischen Zeit an einigen Orten, welche den alten Hebräern bekannt waren, wie in dem armenischen Hochlande, in Griechenland u. s. w., gewaltige Erdbeben und vulcanische Eruptionen statthatten, in Folge deren größere Landseen durchbrachen und Ueberschwemmungen herbeigeführt wurden, die nur local waren, aber in dem Laufe der Zeit durch die Tradition und die Mythe als allgemein geschildert wurden. So läßt es sich sehr leicht nachweisen, durch Untersuchung der Alterthümer sowohl §. 1478.

als der geologischen Bildung Mittelarmeniens, daß die biblische Erzählung von Noah sich auf einen vulcanischen Ausbruch in Armenien bezieht, durch welchen eine große Bewegung der Gewässer hervorgebracht wurde.

§. 1479. Aus dem Vorhergehenden ist leicht einzusehen, daß der Mensch und die gesammte heutige Thierschöpfung nicht mehr Zeuge einer wahrhaften geologischen Revolution gewesen sein können, und daß demnach keine fossilen Menschenknochen gefunden werden können, wenigstens nicht solche, welche den jetzt lebenden Arten von Menschen angehören. Es würde zu weit führen, wollten wir hier auseinandersetzen, warum wir keine Menschenraçen annehmen, sondern der Ansicht sind, daß mehre, wirklich verschiedene Species von Menschen existiren, und daß der Neger z. B. nicht derselben Art angehöre, wie der Kaukasier. Für uns ist dies eine festgestellte Thatsache. Die verschiedenen Arten der Menschen auf der Erde scheinen uns ein Genus zu bilden, das ebenso große, aber auch nicht größere zoologische Berechtigung hat, als z. B. das Genus Hund, welches ebenfalls verschiedene Species in sich begreift. Ebenso gut, wie nun in früheren Tertiärgebilden verschiedene Arten aus Geschlechtern leben konnten, welche noch jetzt repräsentirt sind, und man auch wirklich fossile Arten von Hunden findet, ebenso gut ist es auch möglich, daß in der jüngsten Tertiärzeit Repräsentanten des Genus Mensch existirten, welche von den jetzt lebenden Menschenarten specifisch verschieden waren. Bis jetzt hat man zwar keine fossilen Reste gefunden, welche dem Menschengeschlechte zugeschrieben werden könnten, allein die Möglichkeit einer Auffindung derselben ist durchaus nicht zu bestreiten.

§. 1480 Betrachten wir nun kurz die Vermuthung, welche wir hinsichtlich der Zukunft unseres Planeten aufstellen dürfen, so ist es offenbar, daß wir jetzt in einer Periode verhältnißmäßiger Ruhe leben, auf welche später eine jener Revolutionen folgen wird, wie diejenigen, welche die Hebungssysteme uns kennen gelehrt haben. Daß durch eine solche Revolution die ganze jetzige Schöpfung vernichtet werden und eine andere ihr folgen wird, die einen noch vollkommneren Organisationstypus darstellen wird, als der heute im Menschen gebotene, möchte wohl aus der Analogie hervorgehen. Berücksichtigen wir aber ferner, daß die geologischen Perioden nicht nur Hunderttausende, sondern Millionen von Jahren voraussetzen; — daß Alles, was wir über die Länge unserer jetzigen Periode ermitteln können, nur auf eine verhältnißmäßig sehr kurze Dauer hinweist, so muß man annehmen, daß die Revolution, welche unsere Schöpfung vernichten wird, noch unendlich weit hinausgeschoben ist und dem Menschengeschlechte eine unendliche Zeit zu seiner Ausbildung bevorsteht. So viel aber lehrt uns die Geschichte der Erde jetzt schon, daß ein wahrer Fortschritt zu weiterer Entwickelung stets nur mittelst durchgreifender Revolutionen möglich war, durch welche das Alte vernichtet und Neues an die Stelle gesetzt wurde.

Fünftes Kapitel.

Geschichte der Geologie und Petrefactenkunde.

Wenn es überhaupt in jeder Wissenschaft nicht wohl etwas Lehrreicheres geben kann, als die Geschichte dieser Wissenschaft selbst, so ist dies namentlich in der Geologie der Fall, wo bis in die neuesten Zeiten die Thatsachen verhältnißmäßig immer einen kleineren Raum einnahmen, und das theoretische Gebäude, welches man darauf errichtete, das Fundament gleichsam überdeckte. Die Structur der Erdrinde in ihrer ganzen Ausdehnung kennen zu lernen, ist der Vorwurf der praktischen Geologie; — die daraus zu folgernden Schlüsse über die Entstehung dieser Erdrinde müssen deshalb um so mehr den Charakter der Hypothese annehmen, je weniger ausführlich und genau die Beobachtungen sind, auf welchen sie beruhen. Je mehr sich die materielle Kenntniß der Erdoberfläche ausbreitete, je mehr man Gelegenheit fand, neue Länder zu entdecken und die Structur des Bodens zu untersuchen, welcher diese Landstrecken bildet, je genauer man zugleich den heimischen Boden kennen lernte, desto mehr fand man Gelegenheit, die theoretischen Ansichten zu erweitern und zu berichtigen. Es war von jeher die Tendenz des menschlichen Geistes, räumlich beschränkte Thatsachen auf das Allgemeine auszudehnen und den Fleck Erde, welchen man bewohnte, als das typische Land anzusehen, nach dessen Vorbild die ganze Oberfläche der Erde zusammengesetzt sei. Wenn die Alten das Küstenland des mittelländischen Meeres, italienische Gelehrte aus dem Mittelalter die Abhänge der Apenninen, Werner das kleine Sachsen, Hutton Schottland als Typus für die Structur der ganzen Erde ansahen, so war dies nur eine Folge des eben bezeichneten Strebens, welches sich bei allen Forschern mehr oder minder wiederholt. Die Vergleichung nur konnte lehren, was auf beschränktem Raume allgemein gültigen Verhältnissen, was localen Eigenthümlichkeiten zuzuschreiben sei, und erst die neuere Zeit konnte durch die unendliche Vervielfältigung ihrer Reisemittel und durch das allgemeinere Interesse, welches die Naturwissenschaften erweckten, an die Stelle der Vermuthungen beobachtete Thatsachen setzen. §. 1481.

Gerade diese Vermuthungen aber, diese Hypothesen, welche häufig in Träumereien ausarten, bilden in der Geschichte der Geologie eines der anziehendsten Momente. Es hat von jeher ausgezeichnete Geister gegeben, welche aus wenigen, vereinzelten Beobachtungen das Gleichförmige zusammenzufassen, das Individuelle auszuscheiden und so die allgemeineren Gesetze zu erkennen vermochten, welche nur durch wenige Punkte ihnen §. 1482.

entgegentraten. Solche Männer gleichen gewissermaßen Personen, welche, mit großem Ortssinne ausgerüstet, aus geringfügigen, weit zerstreuten Signalen den Pfad zu finden wissen, während der weniger fähige Wanderer häufiger Wegweiser bedarf, um sich nicht irre zu gehen. Diese reich begabten Männer sind die Propheten der Wissenschaft, die oftmals, ihrem Zeitalter vorauseilend, die Bahn bezeichnen, welche in späteren Epochen eingeschlagen wird. Neben den vielen Wahrheiten aber, zu deren Kenntniß solche Männer durch Induction gelangen können, müssen auch natürlich viele Irrthümer sich einmischen, die erst durch die nachfolgende Beobachtung ausgemerzt werden können. Nichts desto weniger aber ist es von ungemeinem Interesse, zu sehen, wie sehr häufig gewisse Ansichten lange Zeit in der Wissenschaft schlummern oder unbeachtet bleiben, bis die nüchterne Beobachtung sie wieder hervorzieht und ihnen neue Geltung verleiht, während andere Theorien längere Zeit hindurch, auf das Gewicht vorragender Persönlichkeiten gestützt, sich in Ansehen erhalten, wenn ihnen auch schon längst der Boden unter den Füßen weggezogen ist.

§. 1483. Die Religionen aller alten Völker bringen uns eine Menge von mehr oder minder phantastischen Theorien über die Entstehung der Erde nicht nur, sondern auch der Welt überhaupt. Die Erde galt, wie leicht begreiflich, bei allen alten Völkern gleichsam als der Inbegriff, als das Wesentliche des Weltganzen; — Sonne, Mond und Sterne existirten nur in Bezug auf die Erde, um auf derselben zu leuchten, Tag und Nacht zu trennen, und zu anderen speciell ökonomischen Zwecken der Erdenbewohner. Deshalb sind denn auch diese religiösen Theorien der Indier, der Perser, der Hebräer, und der alten Germanen, hauptsächlich Kosmogenien, von denen, wenn man sie ohne weitere Vorurtheile betrachtet, die eine genau ebenso viel werth ist, als die andere. Alle diese religiösen Kosmogenien sind nämlich nur dichterische Anschauungen, die durchaus aller Beobachtungen entbehren und zum Ersatze derselben mit mehr oder minder Phantasie ausgeführt und den herrschenden religiösen Ideen angepaßt sind. Je nachdem der religiöse Glaube einen einzigen Gott oder zwei Götter des Guten und des Bösen oder eine ganze Menge von Göttern und Göttinnen annahm, wurde auch die Entstehung der Welt einem oder mehren dieser Wesen zugeschrieben. Die einzelnen Kräfte, die man in der Natur sah, wurden personificirt und als göttliche Wesen, mit übermenschlichen Eigenschaften begabt, dargestellt; ja sogar dem Menschen selbst in vieler Beziehung ein bedeutender Einfluß eingeräumt. Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf diese Kosmogenien der alten Völker eingehen, die zwar eher in das Gebiet der Mythologie gehören, aber dennoch ein für allemal als durchaus unwissenschaftlich zurückgewiesen werden müssen, da

man stets von Neuem wieder, wie man sagt, im Interesse der Religion, ihre Einführung in die Wissenschaft versucht.

Den Völkern des klassischen Alterthumes, den Griechen und Römern, §. 1484.
war bis auf wenige Ausnahmen das naturwissenschaftliche Studium fremd. Sie beschäftigten sich wesentlich nur mit dem Menschen, und wenn sie je etwa auf die umgebende Natur einen Blick warfen, so geschah dies hauptsächlich nur, um die Beziehungen zu untersuchen, in welchen die Erscheinungen der Natur zu dem Menschen selbst standen. Indessen konnte es nicht fehlen, daß die großartigen Naturerscheinungen vulcanischen Ursprungs, von welchen besonders die Griechen in ihrer Heimath auf dem Festlande, wie auf den Inseln Zeugen waren, daß die häufigen Versteinerungen, die man in manchen ihnen bekannten Gegenden findet, sowie die Anschwemmungen der Flüsse die Aufmerksamkeit der alten Griechen auf sich zogen, obgleich diese Aufmerksamkeit nie so weit ging, daß sie zu einem förmlichen Studium der geologischen Erscheinungen angespornt und zu vergleichenden Untersuchungen aufgefordert hätte. Die alten Schriftsteller erwähnen meist nur im Vorbeigehen solcher Phänomene, welche die heutige Geologie in den Kreis ihrer Beobachtungen zieht. Wenn sie dieselben einer näheren Betrachtung würdigen, so läßt sich der einfache natürliche Sinn in den Schlüssen erkennen, welche sie aus den Beobachtungen ziehen. Sobald indeß die Alten über diese unmittelbaren Folgerungen aus den Beobachtungen zu allgemeinen Theorien über die Entstehung der Erde übergehen, so verlieren sie sich ebenso wie ihre Vorgänger und Nachfolger in weitschweifige Träumereien der mannichfaltigsten Art. Es standen sich aber bei ihnen schon zweierlei verschiedene Ansichten entgegen, die ebendaher entsprangen, daß die Einen mehr die vulcanischen Erscheinungen Griechenlands und Siciliens, die Anderen mehr die Verhältnisse Aegyptens in's Auge faßten.

Die jährlichen Anschwemmungen, welche der Nil in dem Delta Aegyp- §. 1485.
tens aufhäufte, die allmähliche Erfüllung dieses Delta's durch den Nilschlamm, das periodische Ab- und Zunehmen des Stromes, alle diese Erscheinungen mußten auf die in Aegypten gebildeten Griechen, die in ihrem Lande keine solche Beobachtungen zu machen im Stande waren, einen tiefen Eindruck machen, um so mehr, als sich daran alte Göttersagen und Mythen knüpften und Aegypten während langer Zeit das Land der Wissenschaft, die Hochschule der alten Griechen war. Die Ansichten vieler alten Philosophen tragen demnach das Gepräge der ägyptischen Eindrücke und Thales von Milet war nur der vorragendste in einer förmlichen neptunistischen Schule der griechischen Philosophen. Nach ihm sollte alles Feste sich aus dem Wasser niedergeschlagen haben, und die festeren Erdschichten aus der Verdichtung des niedergeschlagenen Schlammes hervorgegangen sein.

Derselben Ansicht huldigte Xenophanes von Kolophon, der namentlich aus Versteinerungen von Seethieren die frühere Bedeckung des Meeres und den ursprünglichen schlammigen Zustand der Erdoberfläche folgerte. Diese Ansichten wurden nun weiter ausgebildet und zugleich mit Traditionen und vulcanischen Erscheinungen in Zusammenhang gebracht. Man ließ den Umfang des Meeres öfter wechseln, Inseln untergehen, das Festland überschwemmen oder an anderen Orten trockenlegen. So soll Pythagoras geradezu behauptet haben, Festland und Meer hätten früher in umgekehrtem Verhältnisse gestanden, indem das jetzige Festland Meeresboden, das Meer Festland gewesen sei, und in ähnlicher Weise läßt Plato die Atlantis versinken und das Meer den Raum, welchen diese Insel früher einnahm, überdecken.

§. 1486. Herodot, der überhaupt stets sich mehr an die nüchterne Thatsache hielt, ohne weit ausgreifende Speculationen machen zu wollen, giebt namentlich über Aegypten eine Menge von Beobachtungen, woraus er schließt, daß das Festland sich allmählich auf Kosten des Meeres vergrößere, indem die Anschwemmungen der Flüsse die Meerbusen ausfüllten. Seiner scharfen Beobachtung ist es nicht entgangen, daß die Anwesenheit von Versteinerungen in der lybischen Küstenkette darauf hinweist, daß diese Gegenden früher von dem Meere bedeckt gewesen sein müßten. Während ihn aber hier die augenscheinliche Uebereinstimmung der versteinerten Schalen mit lebenden Muscheln auf das Richtige hinführt, entgeht ihm bei dem Nummulitenkalke die Analogie, da er eben keine Thiere kennt, welche diesen seltsamen linsenförmigen Scheibchen entsprechen. Diese Analogie findet er aber im Pflanzenreiche und nimmt deshalb an, daß die Nummulitenfelsen aus den Linsen-Vorräthen entstanden seien, welche man aufgehäuft habe, um die Arbeiter an den Pyramiden zu ernähren. Die Anschwemmungen des Niles überschätzt der Vater der Geschichte, wie leicht begreiflich, ihrer Quantität nach sehr, denn er sagt ausdrücklich, es möchten vielleicht zehntausend Jahre hinreichen, um das rothe Meer auszufüllen, wenn der Nil sich in diesen Meerbusen ergösse. Es kann eine solche Ueberschätzung nicht verwundern, da erst die neueste Zeit durch genaue Untersuchungen nachwies, wie gering die jährliche Schicht von Schlamm sei, die der Nil zurückläßt.

§. 1487. Den Neptunisten entgegen standen schon im griechischen Alterthume die Vulcanisten, unter welchen besonders Zeno und Empedokles hervorragten. Der Aetna, die vulcanischen Inseln des griechischen Meeres, die heißen Quellen, die Erdbeben boten diesen Philosophen die Anhaltspunkte zu ihrer Ansicht, nach welcher das Feuer aus dem Inneren der Erde heraus Berge und Länder erhoben und vielfach verändert haben sollte. Bei der allgemeinen Tendenz der Griechen, den verschiedenen Naturerscheinungen humane Götter unterzuschieben, entstanden aus diesen vulcanischen Aus-

brüchen, Erdbeben u. s. w. jene mannichfaltigen Mythen von Cyklopen, Titanen und Giganten, welche die im Inneren der Erde regsamen vulcanischen Kräfte repräsentirten.

Eine dritte eigenthümliche Ansicht von der Erde, welche durch die Naturphilosophie in unserer Zeit ihren wesentlichen Grundzügen nach wieder aufgenommen wurde, hatte Aristoteles. Dieser Schöpfer der Naturwissenschaften, dessen unendlich reiche Beobachtungen in der Thierwelt noch täglich neue Bestätigung finden, betrachtete die Erde als einen Organismus, dessen inneres Leben durch die mannichfaltigen Veränderungen der Oberfläche sich kundgebe, indem abwechselnd gewisse Theile austrockneten, während andere wasserreich würden und dadurch eine höhere Lebensenergie beurkundeten. Nach Aristoteles unterscheidet sich das Leben der Erde hauptsächlich dadurch, daß die einzelnen Theile der Oberfläche abwechselnd wasserreich oder dürre würden, also abwechselnd alterten und sich wieder verjüngten, während die Thiere und Pflanzen im Ganzen ihres Organismus reiften und alterten und keine Verjüngung Statt finde. §. 1488.

Derjenige, welcher unter allen älteren Schriftstellern die meisten positiven Kenntnisse über die Beschaffenheit der Erdoberfläche besaß, war Strabo. Er erzählt die Geschichte eines Ausbruches in dem Golfe von Santorin (Thera), einen anderen bei Methona und schließt daraus, daß nicht nur Inseln, sondern ganze Festländer durch vulcanische Kräfte über den Meeresboden erhoben werden könnten. Sicilien ist nach ihm durch den Aetna, die liparischen Inseln und Ischia durch ihre Vulcane aus dem Meere emporgehoben worden. Die vulcanische Natur des Vesuves ahnte Strabo freilich nicht; — dagegen sind ihm die Dämpfe und warmen Quellen der phlegräischen Felder Zeugen des unter der Erde thätigen Feuers, und die Erdbeben und vulcanischen Ausbrüche die Ursachen der Niveauveränderungen, welche das Meer öfter zeigt. Man sieht hieraus, daß Strabo schon äußerst gesunde Ansichten über die vulcanischen Erscheinungen besaß, wenn er auch den Einfluß derselben zu weit ausdehnte, verleitet durch die Beschaffenheit des kleinen Theiles der Erdoberfläche, den er genauer kannte, und in welchem hauptsächlich die noch thätigen Vulcane zu seinen allgemeineren Ansichten die Grundlage lieferten. §. 1489.

Daß die Römer in der Geschichte der Geologie keinen Platz einnehmen können, ergiebt sich aus der allgemeinen Unwissenschaftlichkeit dieses Volkes, dessen Literatur nur durch eine unbegreifliche Verkehrtheit der Philologen einige Bedeutung erhalten konnte. In der sogenannten Naturgeschichte des älteren Plinius kommt zwar eine Menge geologischer Notizen vor, allein ohne Sinn und Verstand zusammengewürfelt, wie denn überhaupt dieses Machwerk der unsinnigsten Compilation durchaus nichts Genießbares oder Zusammenhängendes enthält. Das einzig Bemerkenswerthe in der §. 1490.

ganzen römischen Literatur ist die Erzählung des jüngeren Plinius von jenem Ausbruche des Vesuves, der Pompeji und Herculanum verschüttete und seinem Oheime das Leben kostete; — obgleich in vieler Beziehung dunkel, giebt doch diese Beschreibung ein anschauliches Bild der verschiedenen Erscheinungen, welche einen gewaltigen vulcanischen Ausbruch begleiten.

§. 1491. Die lange Geistesnacht, welche dem klassischen Zeitalter folgte, wurde in der Geologie nicht, wie in einigen anderen Wissenschaften, durch die Araber unterbrochen, und erst mit dem Beginne des sechszehnten Jahrhunderts zeigen sich namentlich in Italien, der damaligen Wiege der Wissenschaften und der Scholastik, mannichfache Bestrebungen zur Aufklärung gewisser geologischer Verhältnisse. Die Naturwissenschaft damaliger Zeit bestand hauptsächlich aus scholastischer Annotirung der Bücher des Aristoteles, welche in höchst seltsamer Weise mit der Bibel und den herrschenden religiösen Vorstellungen, über deren Erhaltung die katholische Kirche wachte, verquickt wurden. Der Einfluß dieses religiösen Zwanges aller Wissenschaften läßt sich von nun an auch in der Geologie auf das Deutlichste nachweisen. Die Ketzerei der Gelehrten, welche auf Ansichten geriethen, die mit der Bibel im Widerspruche standen, wurde durch die abscheulichsten Verfolgungen geahndet, und es gehörte deshalb kein geringer Muth dazu, seine Ueberzeugung ohne Rückhalt auszusprechen. Die meisten Schriftsteller, die von jetzt an bis zur theilweisen Befreiung der Wissenschaft, wenigstens von den materiellen Fesseln, welche die Kirche ihr umschlug, in der Geschichte der Geologie auftauchen, die meisten dieser Forscher bemühen sich deshalb, die Uebereinstimmung ihrer Ansichten mit der Bibel nachzuweisen. Es kommen auf diese Weise oft sehr bizarre Ansichten zu Tage, welche einzig der bezeichneten Tendenz ihren Ursprung verdanken.

§. 1492. Den ersten Anstoß zu genaueren wissenschaftlichen Untersuchungen gaben die Versteinerungen, welche man besonders in den Gebilden der Subapenninen in so großer Menge findet und bei der Anlage der Festungswerke der damals allgemein vermauerten Städte aus dem Schooße der Erde grub. Die allgemeine Ansicht der mit richtigerem Blicke Begabten, welche die Versteinerungen wirklich als Reste von Thieren betrachteten, die einst gelebt hätten, ging dahin, daß diese Thiere durch die Sündfluth vernichtet und an diejenigen Orte gebracht seien, wo man sie jetzt findet. Wenn indeß die Einen die Versteinerungen wirklich für Ueberreste von Thieren ansahen, so glaubten die Anderen, es seien dieselben nur sogenannte Naturspiele, hervorgebracht durch eine gewisse plastische Kraft der Erde, welche den mineralischen Substanzen Formen gegeben habe, die einigermaßen denjenigen der lebenden Thiere ähneln. Es konnte eine solche Ansicht nur aus dem durchaus verschrobenen Geiste der Scholastiker hervorgehen, zumal den Versteinerungen der Subapenninenformation gegenüber, die alle

so wohl erhalten und den jetzigen Bewohnern des Mittelmeeres so ähnlich sind, daß die Unterscheidung sehr vieler Arten noch jetzt eine Streitfrage ist.

Schon der berühmte Maler Leonardo da Vinci, gleich ausgezeich- §. 1493.
net als Mechaniker und Gelehrter, war dieser Ansicht gegen Ende des 15. Jahrhunderts entgegengetreten und hatte behauptet, daß die Seethiere, welche einst die Küsten und den Boden des Meeres bewohnten, durch den von den Flüssen hergebrachten Schlamm eingehüllt worden seien. Nach dem Rückzuge des Meeres habe der feine Schlamm, welcher die Muscheln umhüllt und in dieselben eingedrungen sei, sich verhärtet und so die Versteinerungen gebildet. Die große Verschiedenheit dieser Körper beweise, entgegen einer von Vielen geäußerten Ansicht, daß der Einfluß der Gestirne auf die Schichten der Erde sie unmöglich gebildet haben könne. Nicht minder klare Ansichten stellte Leonardo da Vinci über die stete Erosion des Festlandes durch die atmosphärischen Gewässer und den allmählichen Absatz der Schichten auf dem Grunde des Meeres auf, wenn er auch die aus den Thatsachen gezogenen Folgerungen zu weit ausdehnte, indem er behauptete, die verschiedenen Theile der Erdrinde, Wasser und Land, bildeten gleichsam Hebel und hielten sich auf die Art im Gleichgewichte, daß die leichteren Theile emporgehoben würden, während die schwereren hinabsänken. Leonardo glaubte auf diese Weise das Trockenlegen des Festlandes und die Gegenwart von Versteinerungen auf ziemlich hohen Bergen erklären zu können.

Der Streit über die Natur und Entstehung der Versteinerungen wurde §. 1494.
von Neuem angefacht durch die Entdeckung von Meeresmuscheln, welche man bei dem Graben der Fundamente von Verona im Jahre 1517 fand. Fracastoro machte hier zuerst auf den Unterschied zwischen den Meeresmuscheln und den Fossilien des süßen Wassers aufmerksam und schloß zugleich aus der Natur der aufgefundenen Versteinerungen, daß dieselben nicht durch eine Fluth von süßem Wasser, wie die Sündfluth, hergebracht sein könnten, sondern nothwendig an dem Fundorte im Meere gelebt haben müßten. Er sprach die ganz vernünftige Ansicht aus, daß eine solche Fluth, wie die Sündfluth, eher Alles wegschwemmen und auf der Oberfläche zerstreuen müsse, als daß sie Körper tief im Inneren der Erdschichten vergraben könne. Der plastischen Kraft der Natur trat er mit ebenso viel Energie als sein Vorgänger entgegen, und es ist wirklich auffallend, daß diese gesunden Ansichten später wieder unter der Unwissenschaftlichkeit der theologischen Gelehrten sich verloren und erst lange nachher allgemeinere Geltung bekamen.

Von Zeit zu Zeit traten indeß Männer auf, welche stets wieder mit §. 1495.
neuen Argumenten die Ansicht von Naturspielen, von plastischer Naturkraft und derartiger Entstehung der Versteinerungen bekämpften. Ein unge-

lehrter Töpfer, wie er sich selbst nennt, stemmte sich etwa zu derselben Zeit, wie Fracastoro in Italien, diesem Unwesen der Scholastiker in Frankreich entgegen. Bernard Palissy, geb. 1515, beschäftigte sich besonders mit Verfertigung von Porzellan, von Email und anderen Töpferarbeiten und hatte dabei die zahlreichen Versteinerungen des plastischen Thones und der übrigen Gebirgsarten um Paris genauer kennen gelernt. Mit einfachem natürlichen Verstande erfaßte er die Beziehungen dieser Versteinerungen zu den lebenden Seethieren und behauptete keck, wenn er auch ungelehrt sei und nichts von Aristotelischer Sophistik verstehe, so wolle er doch in öffentlicher Disputation es mit allen Denjenigen aufnehmen, welche die Ansicht zu vertheidigen suchten, als seien die Versteinerungen etwas Anderes, als Reste untergegangener Thiere.

§. 1496. Die Beschäftigung mit den Versteinerungen in der eben genannten Weise zieht sich noch bis gegen die Mitte des 18. Jahrhunders fort, ohne daß man gerade besondere neue Richtungen der Untersuchung wahrnähme. Ehe man noch die Versteinerungen selbst in ihrem Wesen genauer kannte, ehe man noch daran dachte, durch specielle Vergleichungen mit noch lebenden Schalthieren ihre Aehnlichkeit oder Verschiedenheit näher zu ergründen, disputirte man weitläufig über ihre Herkunft, ihren Ursprung, die Art ihrer Verschüttung und ihre Beziehung zu der mosaischen Schöpfungsgeschichte, und wenn es ja einem Beobachter einfiel, nähere Vergleichungen anzustellen, so dienten die Verschiedenheiten, welche er entdeckte, hauptsächlich nur dazu, verkehrte Ansichten zu begründen. So trat namentlich noch in viel späterer Zeit, nämlich um 1670, ein Mann, der die lebenden Muscheln genau kannte, Martin Lister, mit sehr sonderbaren Ansichten über die Versteinerungen hervor. Die Tertiärgebilde sind bekanntlich in England nur sehr wenig ausgebreitet, und gehören auch bis auf einige kleine Flecken nur den älteren Tertiärgebilden, dem Londonthone an. Dagegen sind die Formationen der Kreide, des Jura und der Kohle in England besonders reich an Versteinerungen. Wenn daher in Italien, in den Fossilien der so neuen Subapenninen-Formation vor allen Dingen die Aehnlichkeit mit den jetzigen Meeresproducten frappiren mußte, so war im Gegentheile bei den älteren Versteinerungen Englands die Verschiedenheit von den jetzt lebenden Muscheln leicht erkennbar. Auf diese stützte sich denn auch Lister, indem er behauptete, daß die Versteinerungen Naturspiele seien, welche im Groben auf's Ungefähr hin den jetzt lebenden Muscheln nachgebildet seien, ohne deren Gestalt gänzlich erreichen zu können. Die verschiedenen Gesteine, meinte er, hätten in dieser Nachbildung der lebenden Muscheln eine mehr oder minder große Geschicklichkeit bewiesen, indem die in ihnen enthaltenen Versteinerungen nicht unter einander gleich seien, sondern von einer Schicht zur anderen wesentliche Verschiedenheiten darböten.

Das scharfe, an Unterscheidung zoologischer Charaktere gewöhnte Auge Lister's hatte demnach schon erkannt, daß verschiedene Formationen auch specifisch verschiedene Versteinerungen in sich schlössen, und nur die verkehrten Schlüsse, welche er aus seinen Beobachtungen zog, ließen denselben weniger Eingang in die Wissenschaft gewinnen, als dies zu erwarten gewesen wäre. Es dauerte wohl mehr als ein Jahrhundert, bis man die genaueren Vergleichungen Lister's wieder aufgriff, die unterscheidenden Charaktere der Versteinerungen studirte und freilich an dieselben ganz andere Folgerungen knüpfte.

Ein etwas späterer Zeitgenosse Lister's trat diesem mit Erfolg am Be- §. 1497.
ginnen des achtzehnten Jahrhunderts entgegen, und behauptete, die Verschiedenheiten der Versteinerungen in verschiedenen Schichten möchten wohl daher rühren, daß verschiedene Zerstörungsperioden der lebenden Geschöpfe auf der Erde sich gefolgt seien. Hooke behauptete, die einzelnen Thiergeschlechter könnten unter dem Einflusse mancher Verhältnisse aussterben; die in England vergrabenen Reste wiesen namentlich überzeugend darauf hin, daß früher ein wärmeres Klima in diesem Lande geherrscht habe, welches die Existenz von Thieren erlaubt hätte, deren analoge Geschlechter jetzt nur in den tropischen Gegenden sich vorfinden. Hooke machte demnach zuerst den Versuch, aus der Beschaffenheit der Versteinerungen und aus der Lebensweise, welche die ausgestorbenen Thiere während ihres Lebens geführt haben mußten, auf die äußeren Bedingungen der Existenz und namentlich auf das Klima des Landes zurückzuschließen. Er glaubte, daß Veränderungen der Erdaxe in ihrer Stellung gegen die Sonne diese Wechselspiele des Klima's veranlaßt haben könnten, eine Meinung, die auch in anderer Zeit vielfach vertheidigt wurde.

Die Aufmerksamkeit der Neugierde, welche die Versteinerungen in der §. 1498.
eben geschilderten älteren Periode der Wissenschaft erregten, hatte mehr von dem specielleren geognostischen Studium der Schichten, ihrer Lagerung und Zusammensetzung abgezogen. Indeß war es ein Deutscher, Zeitgenosse Fracastoro's und Palissy's, welcher diese Richtung des geognostischen Studiums vorzüglich in Bezug auf den deutschen Bergbau zuerst anbahnte, und diesen auf eine Höhe brachte, die ihm während zweier Jahrhunderte das Uebergewicht sicherte. Georg Agricola, geboren 1494, gestorben 1555, hatte seine Studien in Italien gemacht und später in seinem Vaterlande, in dem sächsischen Erzgebirge, sich besonders der Erforschung des Bergbaues gewidmet. Aus Italien hatte er die Kenntniß der vulcanischen Erscheinungen mitgebracht, die er mit vieler Klarheit auf die Verhältnisse der Erzgänge und der mineralischen Lagerstätten anwandte. Vorzüglich war er darauf bedacht, die Kenntniß der einzelnen Gesteine zu fördern und dieselben nach ihren äußeren Merkmalen zu bestimmen, was besonders für den prakti-

schen Zweck, den er sich vorsetzte, von äußerster Wichtigkeit war. Ueberhaupt bleibt Agricola wesentlich auf dem Boden der Erfahrung, ohne sich in Speculationen oder weitläufige Theorien einzulassen, und der Ruhm, den die deutsche Bergbaukunst bis in unsere Zeiten sich erhalten hat, wurde, wie schon oben bemerkt, wesentlich von ihm gegründet.

§. 1499. Der nüchternen praktischen Richtung Agricola's folgte Nicolas Steno, dessen Prodromus einer Dissertation über die in den Gesteinsschichten auf natürliche Weise eingeschlossenen festen Körper, welcher im Jahre 1669 erschien, ohne Zweifel die merkwürdigsten Behauptungen in Beziehung auf die Geologie enthält. Steno, seiner Geburt nach ein Däne, befand sich längere Zeit im Dienste des Großherzogs von Toscana und wurde durch die Untersuchung einiger fossiler Hayfischzähne und deren Lagerstätte auf genauere Nachforschungen über die Zusammensetzung des Bodens von Toscana geführt, aus deren Resultaten er dann auf die Zusammensetzung der Erdrinde im Allgemeinen schloß. Die in dem genannten Buche vorgetragenen Ansichten sind in ihrem Verhältnisse zu der gesammten geologischen Wissenschaft zu merkwürdig, als daß wir ihrer nicht ausführlicher gedenken sollten, da sie gewissermaßen die Vorläufer der neueren Ideen über Sedimentgesteine und deren Lagerung sind. Steno drückt sich in folgender Weise über die geschichteten Gesteine aus:

§. 1500. »Die Schichten der Erde sind aus einer Flüssigkeit niedergeschlagen worden.« Man kann diese Behauptung durch folgende Gründen beweisen.

1. Der pulverförmige Stoff der Schichten mußte nothwendig zuerst in einer Flüssigkeit aufgeschlämmt sein, aus welcher er sich durch sein eigenes Gewicht niederschlug. Die Bewegungen dieser Flüssigkeit breiteten den Niederschlag aus und gaben ihm eine ebene Oberfläche.
2. Die Körper von beträchtlicherem Umfange, welche sich in den Schichten finden, gehorchen im Allgemeinen, sowohl hinsichtlich ihrer besonderen Lagerung als auch in Beziehung zu einander, den Gesetzen der Schwere.
3. Der pulverförmige Stoff der Schichten hat so vollkommen die Gestalt der Körper angenommen, die er umhüllt, daß er die kleinsten Höhlungen derselben ausfüllt und auf der Berührungsfläche sogar die Politur und den Glanz derselben angenommen hat, obgleich er im Allgemeinen zu der Annahme dieser Politur nur sehr wenig geeignet war.«

§. 1501. »Niederschläge entstehen in einer Flüssigkeit dadurch, daß die aufgeschlämmten Stoffe durch ihr Gewicht niedergezogen werden, und zwar geschieht dies sowohl, wenn diese Stoffe von anderswoher mitgeschwemmt wurden, als auch, wenn sie sich unmerklicher Weise aus den Theilchen der Flüssigkeit abscheiden, welches Letztere gleichermaßen an der äußeren Oberfläche der

Flüssigkeit, wie auch in allen ihren inneren Theilen geschehen kann. Obgleich die Incrustirungen und die eigentlichen Niederschläge sehr viele Aehnlichkeit unter sich besitzen, so lassen sie sich doch leicht von einander unterscheiden. Die äußere Fläche der Incrustirung ist nämlich parallel der inneren, wenn diese letztere auch noch so große Ungleichheiten zeigt, während im Gegentheile die Oberfläche der Niederschläge oder Sedimente stets parallel mit dem Horizonte oder doch nur sehr wenig geneigt ist. Die mineralischen Incrustirungen von grüner, gelber oder röthlicher Steinmasse, welche man auf dem Boden der Flüsse findet, machen die Ungleichheiten dieses Bodens nicht verschwinden, während ein Sediment von Thon oder Sand Alles gleich macht.«

»Ueber die bildende Materie der Schichten kann man Folgendes sagen: §. 1502.

1. Wenn in einer Gesteinsschicht alle Theilchen gleichförmig und zugleich sehr fein sind, so ist kein Grund vorhanden, zu leugnen, daß diese Schicht zur Zeit der Schöpfung durch die Flüssigkeit entstand, welche damals die ganze Erde bedeckte.
2. Findet man dagegen in einer Schicht Bruchstücke einer anderen Schicht oder Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen, so darf man sicher diese Schicht nicht mit denjenigen zusammenwerfen, welche zur Zeit der Schöpfung sich aus der primitiven Flüssigkeit niederschlugen.
3. Findet man in einer Schicht Spuren von Seesalz, Ueberreste von Seethieren, Scheiter von Schiffen und überhaupt eine Zusammensetzung ähnlich derjenigen des heutigen Meeresgrundes, so war sicherlich einst zu einer gewissen Zeit das Meer an jenem Orte; — mag es nun durch Ueberschwemmung oder durch Ueberhebung der Gebirge dorthin gelangt sein.
4. Wenn man in einer gewissen Schicht viel Binsen, Gräser, Stämme und Aeste von Bäumen und dergleichen Gegenstände findet, so ist man berechtigt, zu schließen, daß diese Gegenstände durch das Ueberschwellen eines Flusses oder den Einbruch eines Waldstromes an den Ort ihrer Lagerung gebracht wurden.
5. Findet man in einer Schicht Kohlen, Asche, Bimssteine, Erdpech und verbrannte Körper, so hat sicherlich in der Nähe der Flüssigkeit ein Brand stattgefunden, und dies ist besonders dann ganz gewiß anzunehmen, wenn die Schicht einzig aus Kohle und Asche besteht. In der Nähe von Rom findet sich eine solche Schicht in der Grube, aus welcher man den Thon zu den gebrannten Ziegeln gewinnt.
6. Wenn an derselben Oertlichkeit alle Schichten auf dieselbe Art zusammengesetzt sind, so hat die Flüssigkeit, aus welcher sie sich niederschlugen, nicht zu verschiedenen Zeiten Gewässer anderer Zusammensetzung aufgenommen, die von verschiedenen Orten herkamen.
7. Sind dagegen die Schichten derselben Oertlichkeit in verschiedener

Weise zusammengesetzt, so kann dies zwei Ursachen haben. Entweder sind Flüssigkeiten verschiedener Zusammensetzung in verschiedener Zeit und von verschiedenen Orten her dort geflossen, was durch den Wechsel der Winde oder durch heftigere Regengüsse an gewissen Orten erzeugt worden sein kann. Oder aber, es fanden sich Stoffe von verschiedenem specifischen Gewichte in derselben Flüssigkeit, wo sich dann die schwereren zuerst niederschlugen und nachher erst die leichteren Materien darüber ablagerten. Diese Verschiedenheit kann durch den Wechsel der Jahreszeiten bedingt werden, besonders da, wo die Oberfläche des Bodens schon analoge Ungleichheiten zeigt.

8. Findet man unter erdigen Schichten einzelne Schichten von Felsgestein, so existirte sicherlich in der Nähe eine versteinernde Quelle, oder es fanden unterirdische Ausbrüche Statt, oder endlich die Flüssigkeit zog sich zurück, der Niederschlag erhärtete durch den Einfluß der Sonnenwärme und wurde dann von der Flüssigkeit von Neuem wieder bedeckt.«

§. 1503. »Ueber die Lagerung der Schichten kann man folgende sichere Sätze aufstellen:

1. Im Augenblicke, wo sich eine Schicht bildete, mußte sich unter derselben ein anderer Körper befinden, der das fernere Niederfallen der pulverigen Materie verhinderte. Es mußte also im Augenblicke, wo die unterste Schicht sich bildete, unter derselben ein anderer festerer Körper oder eine Flüssigkeit sich befinden, deren specifisches Gewicht größer war, als dasjenige des Niederschlages aus der oberen Flüssigkeit.
2. Die untere Schicht war schon fest geworden, sobald sich eine obere Schicht darauf niederschlug.
3. Eine Schicht, die sich bildete, mußte freilich durch einen anderen festen Körper eingezwängt sein oder aber die ganze Erde bedecken. Daraus folgt denn, daß man überall, wo man Abschnitte von Schichten entblößt sieht, entweder weiterhin ihre Fortsetzung oder aber einen festen Körper finden muß, welcher die Schicht verhinderte, sich auszubreiten und wegzufließen.
4. Wenn eine Schicht sich bildete, so war darüber nur Flüssigkeit, und deshalb konnte noch keine der oberen Schichten vorhanden sein, als die unterste sich bildete.«

§. 1504. »Was die Gestalt der Schichten betrifft, so entsprachen sicherlich zur Zeit der Bildung einer Schicht ihre Unterfläche und Seitenflächen der Oberfläche der Körper, auf welchen sie ruhte, und von welchen sie eingeschlossen war. — Die Oberfläche oder Schicht aber war im Allgemeinen dem Horizonte parallel. Folglich sind alle Schichten, ausgenommen die unterste, von zwei dem Horizonte parallelen Ebenen eingeschlossen, und daraus folgt wieder,

daß die geneigten oder senkrecht gestellten Schichten zu einer anderen Zeit dem Horizonte parallel waren.«

»Diese veränderte Lagerung der Schichten und die Entblößung der Schichtenköpfe stehen nicht in Opposition mit unserem Satze, weil man in der Nähe dieser Lagenveränderungen und Zerreißungen stets offenbare Anzeichen der Wirkung des Feuers und der Gewässer sieht. Das Wasser löst die erdigen Bestandtheile auf und schwemmt sie nach Punkten, die niedriger liegen, gleichviel ob diese sich an der Oberfläche oder in den Höhlungen der Erde befinden. Das Feuer dagegen zerbröckelt alle festen Körper, die ihm Widerstand leisten und wirft die leichtesten Theilchen nach oben in die Höhe; — oft auch schleudert es die schwersten Massen fort und giebt so Gelegenheit zur Bildung von Abstürzen, von Kanälen und von Thälern auf der Oberfläche der Erde, sowie von unterirdischen Höhlen und Klüften, wodurch die Schichten in zweierlei verschiedener Art von ihrer ursprünglichen Lagerung gestört werden konnten.« §. 1505.

»Die erste Art der Störung kann durch einen heftigen Stoß, den die Schichten von unten nach oben erhalten, hervorgebracht werden, und dieser Stoß selbst kann durch eine plötzliche Verbrennung unterirdischer Dämpfe, oder durch starke Luftentwickelung entstehen, welche letztere durch große Einstürze in der Nähe bedingt wird. Diese heftigen Erschütterungen der Schichten sind mit Pulverisirung der erdigen Bestandtheile und mit Zerbröckelung der festeren Gesteine verbunden.« §. 1506.

»Die Lagenänderung der Schichten kann zweitens hervorgebracht werden durch den Einsturz der oberen Schichten, sobald die unteren, auf welchen sie ruhten, in irgend einer Weise weggeführt wurden. Die oberen Schichten spalten sich dann, und je nach der verschiedenen Richtung dieser Spalten und Klüfte nehmen die zerbrochenen Schichten sehr verschiedene Stellungen an. Die einen bleiben parallel mit dem Horizonte, andere stellen sich senkrecht, die meisten bilden mehr oder minder schiefe Winkel mit dem Horizonte, und einige, deren Stoff zäh ist, krümmen sich sogar in Bogen. Diese Veränderungen können mit allen Schichtungen vorgehen, die sich über einer Höhle befinden oder sie können auch nur die unteren betreffen, während die oberen Schichten in ihrer Lagerung bleiben.« §. 1507.

»Diese Lagenveränderungen der Schichten erklären mit Leichtigkeit viele schwierige Verhältnisse. Man kann daraus die Ungleichheiten der Erdoberfläche, über die so vielfach hin und her gestritten wurde, erklären, ebenso die Berge und Thäler, die Becken der oberflächlichen Gewässer, die Hochebenen und die Niederungen. Ich beschränke mich hier auf die Bergketten.« §. 1508.

»Folgende Thatsachen, die man in jeder beliebigen Gebirgsgegend beobachten kann, beweisen, daß die Lagenveränderung der Schichten wesentlich den Ursprung der Berge begründet. §. 1509.

1. Große ebene Flächen auf den Gipfeln einiger dieser Berge.
2. Viele horizontal gelegene Schichten.
3. Auf den Seiten der Berge viele Schichten, die mannichfaltig gegen den Horizont geneigt sind.
4. Auf den entgegengesetzten Gehängen der Hügel zerbrochene Schichten, welche an Zusammensetzung und Gestalt vollkommen gleich sind.
5. Entblößte Schichtenköpfe.
6. Am Fuße der Berggruppe Bruchstücke zerbröckelter Schichten, die theilweise in Hügeln angehäuft, theilweise über die Oberfläche des Bodens zerstreut sind.
7. Evidente Anzeichen unterirdischen Feuers, sei es in den Felsgebirgen selbst oder in ihrer Nähe. So findet man auch häufig Quellen in der Umgebung derjenigen Hügel, die aus erdigen Schichten zusammengesetzt sind. Diese Hügel ruhen meistens auf Fundamenten, welche aus großen Bruchstücken felsiger Schichten zusammengehäuft sind, und diese Felsschichten schützen die Erdschichten, welche auf ihnen ruhen, und verhindern sie, der Erosion des Gewässers zu weichen. Ja diese unerschütterlichen Grundfesten vertheidigen oft ganze Länder gegen die Wuth des Oceans, wie dies die Riffe beweisen, welche man vor den Küsten von Brasilien und an vielen anderen Orten findet.«

§. 1510. »Die Gebirge können auch auf andere Weise entstehen, nämlich durch die von innen nach außen gehende Wirkung der unterirdischen Feuer, welche Asche und Felsstücke mit Schwefel und Erdpech speien. Die heftige Einwirkung des Regens und der Bäche trägt ebenfalls dazu bei, indem sie die felsigen Schichten wegschwemmen, welche schon durch die abwechselnde Einwirkung von Hitze und Kälte zerklüftet wurden, und ferner die erdigen Schichten auflösen, welche durch die große Hitze zerspalten wurden. Es folgt daraus, daß es zwei Hauptklassen von Bergen und Hügeln giebt. Die erste Art von Bergen ist wesentlich aus Schichten zusammengesetzt, und bildet zwei Unterabtheilungen, je nachdem die felsigen oder die erdigen Schichten vorherrschen. Die zweite Klasse besteht aus Bruchstücken von Schichten, aus zerbröckelten Fragmenten, die ohne Ordnung durch einander angehäuft sind.«

§. 1511. »Folgende Sätze lassen sich von diesen Grundlagen aus leicht ableiten und beweisen:

1. Die Gebirge unserer Tage haben nicht seit dem Ursprunge aller Dinge bestanden.
2. Die Berge wachsen nicht wie die Pflanzen.
3. Die Felsen der Gebirge haben weiter nichts mit den Knochen der Thiere gemein, als eine gewisse Aehnlichkeit in ihrer Härte. Sie gleichen ihnen weder durch ihre Zusammensetzung, noch durch ihre

Entstehung, weder durch ihre Structur, noch auch durch ihren Nutzen, wenn man überhaupt über einen so wenig bekannten Punkt, als der Nutzen der Dinge ist, absprechen darf.

4. Die Kämme der Gebirge oder die Ketten, wie einige Personen sie nennen, streichen nicht nach gewissen Gegenden der Erde, eine Behauptung, die weder mit der Erfahrung, noch mit dem Raisonnement übereinstimmt.

5. Berge können umgestürzt, Felder von einer Seite auf die andere eines großen Weges geworfen werden, Berghäupter können sich erhoben und wieder gesenkt haben, die Erde öffnete sich und schloß sich wieder an einzelnen Orten. Viele Erscheinungen dieser Art, welche von Denen, die nicht für leichtgläubig gehalten werden wollen, für Fabeln erklärt werden, sind wirklich vorgekommen und liegen durchaus nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit.«

»Die Lagenveränderung der Schichten öffnete den Materien, welche aus §. 1512.
der Erde aufsteigen, einen Weg nach der Oberfläche. Zu diesen austretenden Stoffen gehören:

1. Gewässer, welche in bergigen Gegenden Quellen bilden und die im Inneren der Berge keine Berührung mit der äußeren Luft haben. Diese Quellen kommen entweder von unterirdischen Gewässern, oder sie werden durch den Druck der Luft hervorgetrieben, um dem im Inneren der Erde verdichteten Wasser Platz zu machen. Diesen letzteren Ursprung halte ich für sehr häufig, weil ich gesehen habe, daß in den meisten Höhlen, aus welchen reichliche Quellen strömen, alle Wände sowohl oben wie unten durchaus fest waren.

2. Winde, die aus den Gebirgen hervorbrechen und die entweder aus Luft bestehen, welche durch die Hitze ausgedehnt wird, oder auch durch die Effervescenz erzeugt werden, welche bei der Begegnung verschiedener Gase entsteht.

3. Stinkende Ausdünstungen, Producte der Verbrennung, bald heiß, bald kalt, und dergleichen mehr.«

»Aus diesen Gründen können kalte und trockne Gegenden eine Art §. 1513.
von Kochen erzeugen, auch ohne Erhitzung, und zwar jedesmal, wenn Wasser zufließt; eine heiße Quelle kann zur Seite einer sehr kalten entspringen, — durch ein Erdbeben kann eine heiße Quelle kalt werden oder ein Fluß seinen Lauf ändern. Von allen Seiten geschlossene Thäler können das Regenwasser, welches in ihnen zu Boden fällt, in niedere Orte durchsickern und dort als Quellen entspringen lassen; Flüsse, welche sich in der Erde verlieren, können an anderen Orten wieder hervorkommen. So findet man ferner oftmals beim Graben der Brunnen unterhalb der Wasser, die nahe an der Erdoberfläche sind, noch andere Gewässer in

größerer Tiefe, die, sobald man ihnen einmal einen Ausweg verschafft hat, weit höher springen, als die oberflächlichen Quellen; ganze Felder mit Bäumen und Gebäuden, welche sie bedecken, sinken zuweilen allmählich ein oder werden plötzlich verschlungen, und durch solche Ereignisse können große Seen an Localitäten entstehen, wo früher Städte standen. Die Bewohner der Ebenen sind der Gefahr ähnlicher Einstürze ausgesetzt, wenn sie nicht versichert sind, daß ihr Boden auf Felsen ruht. Zuweilen bilden sich auch Schlünde, welche pestilentielle Luft aushauchen und die durch irgend einen Körper, der hineinfällt, geschlossen werden können.«

§. 1514. »Die Lagenveränderung der Schichten gab auch Gelegenheit zur Erzeugung gefärbter Steine aller Art und öffnete Behälter für die meisten Mineralien, theils in den Spalten der Schichten, theils in den Rissen, welche in der trocknen, aber noch nicht erhärteten Masse sich bildeten, oder zwischen ihren Lamellen und in ihren Scheidungsklüften. Solche Lagerungsstätten von Mineralien bildeten sich ferner in den Zwischenräumen, die durch den Sturz der niedrigsten Schichten zwischen den oberen und unteren Schichten ausgehöhlt wurden und endlich auch in solchen Räumen, welche durch die Auflösung der Körper, die sich darin fanden, geleert wurden.«

§. 1515. »Man kann hieraus folgende Sätze beweisen:

1. Die kleinen Abtheilungen der Gänge, welche die Bergleute zu machen pflegen, beruhen auf sehr wenig gewichtigen Gründen oder selbst auf nichtigem Aberglauben, und die gebräuchliche Art des Errathens von Metallreichthum je nach den Wurzeln und den Aesten der Mineralien ist durchaus ungewiß.
2. Die meisten Mineralien, welche ausgebeutet werden, existiren nicht vom Uranfang der Dinge an.
3. Durch die Untersuchung der einschließenden Gesteine kann man viele Dinge entdecken, welche man vergebens aus der Beobachtung der Mineralien selbst zu entnehmen suchen würde. Denn es ist sehr wahrscheinlich, daß alle Mineralien, welche die durch Spaltung oder Ausdehnung erzeugten Zwischenräume der Felsen erfüllen, von Dämpfen gebildet wurden, die aus den Gesteinen selbst hervorbrachen, sei es nun, daß dies vor der Lagenänderung der Schichten geschah, wie dies in Peru der Fall gewesen zu sein scheint oder auch nach derselben. So kann sich auch ein neues Metall an der Stelle eines anderen erzeugen, das man schon weggenommen hat, wie man dies von dem Eisenerz der Insel Elba behauptet, ohne indeß der Sache gewiß zu sein, da die Werkzeuge, welche man fand, nicht von Eisen, sondern vielmehr von Erde umgeben waren.«

§. 1516. Man sieht aus den im Vorhergehenden gegebenen, fast wörtlichen

Uebersetzungen eines großen Theiles des Prodromus von Steno, welchem die eigentliche Schrift nie folgte, daß dieser hervorragende Geist eine Menge von Thatsachen klar erfaßt hatte, welche erst in unserer Zeit wieder Geltung bekamen. Er unterschied deutlich und bestimmt vulcanische und geschichtete Gesteine, und unter diesen wieder die versteinerungslosen, älteren Schichten und die jüngeren, Versteinerungen führenden Formationen. Aus der Kenntniß der ursprünglichen horizontalen Lagerung der Schichten zog Steno ähnliche Schlußfolgerungen, wie die sind, welche man heut zu Tage zur Erklärung des verschiedenen Alters der Gebirge benutzt hat. Die hier detaillirten Grundsätze suchte Steno auf den Boden von Toscana selbst anzuwenden und durch theoretische Figuren klar zu machen. Er nahm sechs verschiedene Epochen der Bodenbildung in Toscana an. In der ersten Epoche sollten sich wagerechte Schichten aus einem Urmeere abgesetzt haben, welches keine Thiere und Pflanzen enthielt. Die Ueberreste dieser Schichten erkannte Steno in der Centralkette der Apenninen, in deren Schichten man zur damaligen Zeit noch keine Versteinerungen gefunden hatte. Steno unterschied demnach nicht mit Bestimmtheit die einzelnen plutonischen Gebilde, welche im Apennin von Toscana vorkommen, von den secundären Formationen, die sich in dieser Kette zeigen und die allerdings verhältnißmäßig arm an Versteinerungen sind. Eine zweite Epoche der Bodenbildung in Toscana bestand nach Steno darin, daß die wagerecht niedergeschlagenen Schichten des Apennins durch unterirdisches Feuer und unterirdische Strömungen ausgehöhlt wurden. Ihrer Unterstützung beraubt stürzten die oberen Schichten in der dritten Epoche ein und bildeten Berge und Thäler. Die auf diese Weise durch Einsturz gebildeten Thäler wurden nun in der vierten Epoche durch versteinerungsreiche Schichten, welche das Meer in ihnen absetzte, bis zu einer bedeutenden Höhe ausgefüllt. Uns sind diese Schichten unter dem Namen der Subapenninenformation bekannt, und auch die heutige Geologie erkennt noch den bedeutenden Unterschied an, welcher zwischen dieser Formation und der centralen Bergkette des Apennins stattfindet. In der fünften Epoche wurden nach Steno diese Schichten von Neuem unterhöhlt, und stürzten dann in der sechsten Epoche zusammen, wodurch die Gestalt der heutigen Bodenfläche Toscana's gegeben wurde.

Statt in der von Steno begründeten Richtung der Beobachtung und §. 1517.
der gesunden Schlußfolgerung fortzufahren, verloren sich die Nachfolger in unfruchtbaren Hypothesen über die Entstehung der Erde und in mancherlei Versuchen, ihre Ideen mit den in der Bibel vorgetragenen Ansichten in Einklang zu bringen. Steno wurde vergessen. Vergebens machte der schon früher erwähnte Lister den Vorschlag, geologische Karten zu entwerfen, auf welchen man durch verschiedene Farben die Aus-

breitung der Mineralien und die Beschaffenheit des Bodens angebe. Lister hatte ganz richtig eingesehen, daß man auf diese Weise einen bedeutenden Fortschritt zur Kenntniß der Zusammensetzung des Bodens machen werde, und er hatte namentlich darauf gedrungen, die Gränzen der einzelnen Gesteine mit Sorgfalt aufzunehmen und zu verzeichnen.

§. 1518. Statt diesem Vorschlage zu folgen und dadurch die Menge der Erfahrungen zu vergrößern, bemühten sich besonders Mathematiker, Astronomen und Philosophen während der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts, die Entstehung der Erde von ihrem Standpunkte aus zu erklären. Die religiöse Tendenz der Engländer, welche noch jetzt alljährlich eine Menge von Schriften erscheinen läßt, die von der Uebereinstimmung der Geologie mit der mosaischen Schöpfungsgeschichte handeln, giebt sich auch hier von Anfang an kund. Mit wahrem Enthusiasmus wurde eine Schrift von Burnet (Telluris theoria sacra. 1681.) aufgenommen, welche diesen Gegenstand behandelt. Nach ihm war die Erde anfangs eine chaotische Masse in Kugelform, aus welcher die festeren Bestandtheile sich allmählich nach dem Inneren zu niederschlugen und einen festen Kern bildeten, auf dessen Oberfläche das leichtere Wasser sich ansammelte. Die noch leichtere Atmosphäre umgab das Ganze. Indeß war diese erste Trennung nur unvollständig, die obere Luftschicht namentlich enthielt noch eine Menge festeren Stoffes, und die Oberfläche des Wassers war bedeckt von öligen und anderen specifisch leichteren Flüssigkeiten. Diese Flüssigkeiten vereinigten sich nun mit den in der Luft schwebenden festeren Stoffen, die sich allmählich abschieden, und bildeten so eine feste Rinde, eine Kugelschale, welche das Wasser bedeckte. Die Erde bestand nun nach Burnet aus einem festen Kerne, der von Wasser umgeben war, aus einer kugeligen Schale, die das Wasser einschloß und auf welcher Thiere und Pflanzen fröhlich gediehen, und endlich aus einer atmosphärischen Hülle. Dieser Zustand dauerte eine lange Zeit. Die Kugelschale, welche das Wasser einschloß, trocknete mehr und mehr durch die Sonnenhitze aus, spaltete sich in Folge dieser Austrocknung und zerfiel endlich in Stücke, welche in das Wasser stürzten. Dies ist die Sündfluth. Da die zersprungenen Stücke unregelmäßig über einander stürzten, so floß das Wasser allmählich von den höheren Theilen ab, und so bildeten sich nach und nach Inseln und Festland. Der Ocean ist nur ein Ueberrest jener ursprünglichen Wasserschicht, und das Festland, welches wir sehen, Stücke der Kruste, welche früher bestand. Trotz der Versuche, welche Burnet machte, um diese Theorie mit der Bibel in Einklang zu setzen, wurde er dennoch der Ketzerei beschuldigt; — aber nichts desto weniger war seine Theorie auf lange Zeit hin der Zankapfel, um welchen Fromme und Nichtfromme sich stritten.

§. 1519. Einen ähnlichen geologischen Roman stellte Woodward einige Jahre

später auf unter dem Titel: On essay towards the natural history of the earth. 1686. Dieser hatte wesentliche Verdienste dadurch, daß er ein bedeutendes Naturaliencabinet anlegte, in welchem besonders viele Versteinerungen sich fanden, und zugleich einen geologischen Lehrstuhl in Cambridge stiftete. Seine Theorie ist ebenso grundlos, wurde auch ebenso lebhaft discutirt wie die vorige, bedarf aber weiter keiner besonderen Berücksichtigung, da wir schon an Burnet gesehen haben, von welcher Art diese Speculationen waren.

Descartes, von mechanischen Principien ausgehend, versuchte in §. 1520. seinen Principes de la philosophie. 1685, eine Theorie der Erdentstehung, die allerdings der unserigen schon näher kam. Die Erde war nach ihm ursprünglich ein Fixstern, dessen Oberfläche sich verdunkelte und durch Erkältung aus gröberen Materien eine feste Rinde sich umbildete, in deren Inneren das ursprüngliche Feuer noch fortbrannte. Diesem feuerflüssigen Centralkerne der Erde schrieb Descartes die Entstehung der Erzgänge im Inneren der Gebirge zu.

In ähnlicher Weise begriff auch Leibnitz in seiner Protogaea, ver- §. 1521. faßt 1693 und publicirt erst 1740, die Entstehung der Erde. Nach ihm war die Erde ebenfalls ursprünglich ein feuerflüssiger Fixstern, der sich auf der Oberfläche verschlackte, mit Sand bedeckte und unregelmäßig erkältete, so daß die Rinde eine Menge von Höhlungen und Blasen erhielt. Bei zunehmender Erkältung schlug sich das anfänglich dampfförmige Wasser in fester Gestalt auf die Erde nieder und überschwemmte dieselbe, zog sich aber allmählich zurück, indem die Blasenräume der verschlackten Erdrinde nach und nach aufbrachen und sich mit Wasser erfüllten. Auf diese Weise suchte Leibnitz das allmähliche Hervortreten des Festlandes über die Wasserfläche zu erklären.

Aehnliche Träumereien gab später Whiston in seiner New theory §. 1522. of the earth. 1708, zum Besten und basirte dieselben sonderbarer Weise auf sehr ausführliche Berechnungen. Der große Komet von 1680 hatte ohne Zweifel Whiston den Gedanken eingegeben, daß die Erde früher ein Komet gewesen sei, dessen chaotische Masse sich, seiner Meinung zufolge, allmählich durch die Schwere sonderte und mehre Schichten bildete, die nach ihrer specifischen Schwere über einander lagerten und durch wässerige Schichten von einander getrennt waren. Die Sündfluth war bedingt durch einen ungeheuren Kometen, in dessen mit Wasser gefüllten Schweif die Erde gerieth und so überschwemmt wurde. Whiston berechnete Tag und Stunde dieses Ereignisses und nicht minder die genaue Zeit des Eintrittes der letzten Zerstörung und des jüngsten Gerichtes.

Den Gipfelpunkt dieser phantastischen Tendenz, wenn auch nicht in §. 1523. religiöser Richtung, bildete endlich Buffon mit seiner so berühmten

Theorie der Erde, welche gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts (1743) erschien. Buffon überließ sich indeß nicht bloß leeren Träumereien, sondern suchte zugleich auch durch Versuche seine Theorien zu begründen. Wir haben schon früher seine Experimente über die Erkältung glühender eiserner Kugeln angeführt. Ihm war die Erde ebenfalls ein ursprünglich feuerflüssiger Körper, ein losgerissener Theil der Sonne, der sich allmählich abkühlte und durch unregelmäßige Zusammenziehungen auf der schlackigen Kruste Berge und Thäler erzeugte. Das in der Atmosphäre dampfförmig aufgelöste Wasser schlug sich nach dieser Bildung der Berge und Thäler durch Aufreißung und Erkaltung der Erdrinde auf derselben nieder, löste einen Theil der Schlackenmassen auf und ließ die aufgelösten Stoffe wieder in Gestalt von schichtenförmigen Niederschlägen fallen. In dem Meere, welches diese Niederschläge lieferte, lebten Thiere, auf dem festen Lande wuchsen Pflanzen; — die fortdauernde Erkältung des Erdballs, die Buffon viel zu hoch anschlug und die dadurch bedingte Zusammenziehung der Erdrinde erzeugten nun von Zeit zu Zeit gewaltige Zerstörungen; — die Erdrinde spaltete sich, das Wasser drang durch die Risse der Kruste bis auf den glühenden Kern ein, verwandelte dort sich in Dampf und verursachte nun ungeheure Explosionen, durch welche die Schichten zerworfen, das Meer emporgeschleudert und die lebenden Wesen ganz oder theilweise vernichtet wurden. Buffon unterschied in dieser Weise sechs Perioden der Ruhe, Natur-Epochen, welche durch Revolutionen von einander getrennt waren, und während deren das organische Leben auf der Erde immer tiefer und tiefer sank, weil die Erkältung des Erdballs stets mehr und mehr zunahm. Die blühende, eigentlich prächtig zu nennende Sprache, in welcher Buffon's Werk geschrieben war, die scheinbare Bekräftigung seiner Theorie durch genauere physikalische Versuche erwarben derselben viele Anhänger, deren Enthusiasmus indeß nicht lange anhalten konnte, da die aus der Beobachtung gewonnenen Thatsachen allmählich die unreifen theoretischen Speculationen verdrängten.

§. 1524. In dem Laufe des 18ten Jahrhunderts entwickelte sich allmählich jener philosophische Skepticismus, der auf die Behandlung der Naturgeschichte namentlich den wesentlichsten und heilsamsten Einfluß hatte. Man kehrte von den unfruchtbaren theoretischen Träumereien zu den einfachen Beobachtungen zurück, und wenn man früher in das Extrem der Speculation verfallen war, so führte andererseits die Richtung von Linné namentlich, fast zu dem entgegengesetzten Extreme systematischer Trockenheit. Ueberall begann ein genaueres Eingehen in die Beobachtung selbst, und Benutzung dieser Beobachtungen zu natürlichen, einfachen Schlußfolgerungen, die man nicht weiter ausspann, als eben die Basis der Beobachtung reichte. Zwei Deutsche gingen hier namentlich voran, wie denn überhaupt die von Agri=

cola angebahnte Richtung stets der praktischen Geognosie in Deutschland viele Bearbeiter zuwandte, und die vielen Bergwerke des Erzgebirges besonders alljährlich eine große Anzahl von Leuten bildeten, welchen eine genaue Beobachtung der Lagerungsverhältnisse als erste Bedingung zu ihrem Geschäfte erscheinen mußte.

Die beiden Zeitgenossen, von welchen hier die Rede ist, heißen Lehmann und Füchsel. Der erstere dieser Männer, welcher seine Beobachtungen hauptsächlich in dem Mannsfeldischen sammelte, hatte das Kupferschiefergebirge und die dasselbe einschließenden Schichten mit großer Genauigkeit untersucht, und in seinem Werke: »Versuch einer Geschichte von Flötzgebirgen. 1736« schon mit großer Schärfe die älteren Flötzgebirge, zu welchen der Kupferschiefer gehört, von den jüngeren Formationen getrennt. Lehmann sprach zuerst mit Bestimmtheit die Ansicht aus, daß die Formationen sich überall in derselben Reihenfolge überlagerten. §. 1525.

Noch wichtiger waren die Arbeiten seines Zeitgenossen Füchsel, welche hauptsächlich Thüringen zum Gegenstande hatten. (Historia terrae et maris, ex historia Thuringiae per montium descriptionem erecta. Act. Academ. Moguntiae. 1762. Entwurf der ältesten Erd- und Menschengeschichte. 1773.) Füchsel unterschied auf das Genaueste die einzelnen in Thüringen vorkommenden Formationen, deren Begriff er zuerst genauer entwickelte. Er nahm zuerst wieder die Ansichten Steno's von der nothwendigen ursprünglichen Horizontalität der Schichten auf und folgerte, wie dieser, daß alle geneigten Schichten durch spätere Hebungen oder Senkungen aus ihrer ursprünglichen Lagerung gebracht worden seien. Er erkannte ferner, daß gewisse Gruppen von Schichten zusammengehören, und eine jede solche Gruppe, die er »Formation« nannte, bezeichnete nach ihm eine Epoche in der Geschichte der Erde. Auch die Unterschiede zwischen Süßwassergebilden und Meeresformationen hatte Füchsel scharf aufgefaßt und aus abwechselnden Ueberschwemmungen des Festlandes durch Gewässer oder das Meer zu erklären gesucht. Füchsel war zugleich der erste Geognost in Deutschland, welcher eine geologische Karte und dazu gehörige Durchschnitte verfertigte. Ueberhaupt kann man die von ihm zusammengestellte Karte von Thüringen vielleicht die erste geologische Karte nennen, da sie wirklich die Gränzen der Formationen in dem Sinn angab, wie wir sie heute noch begreifen, während frühere Versuche solcher Karten in England durch Packe 1743 und in Frankreich durch Guettard hauptsächlich nur die Localitäten der häufiger vorkommenden Mineralien anzugeben sich bestrebten. §. 1526.

Pallas war der Nachfolger dieser praktischen Geognosten, welche sich nur auf ein kleines Gebiet beschränkt hatten. Er suchte seinem umfassenden Geiste gemäß die weitläufigen Beobachtungen, welche er durch große Reisen auf dem Boden des russischen Reiches gesammelt hatte, in §. 1527.

ein systematisches Ganze zu bringen. Pallas unterschied in seinem Werke: Observations sur la formation des montagnes. 1777, in den Bergketten zuerst die Kerne aus Urgebirgen, besonders aus Granit gebildet. Der Granit setzte, nach Pallas, überall die höchsten und centralen Gipfel der Bergketten zusammen. Ferner unterschied Pallas drei Ordnungen von geschichteten Gebirgen, welche nach den granitischen Centralkernen entstanden seien. Pallas' Reisen hatten ihn von den Alpen bis zu dem Ural, dem Altai und dem Kaukasus geführt, und überall wollte er in seinen Beobachtungen nur die Bestätigung seines Systemes gefunden haben. Auf den granitischen Centralkernen der Gebirge lagern nach ihm überall unmittelbar schieferige Gesteine, die aus der Zerstörung des Granites hervorgegangen sind und große Mengen von Schwefelmetallen enthalten, durch deren zufälligen Brand die vulcanischen Erscheinungen bedingt werden. Die Gebirge zweiter Ordnung waren wesentlich Meeresniederschläge und diejenigen der dritten Ordnung hauptsächlich aus Kalk gebildet. Die Verwerfungen der Schichten waren nach Pallas durch vulcanische Ausbrüche bedingt, und die furchtbarste und letzte dieser Eruptionen hatte die Inseln der Südsee und die americanische Küstenkette in die Höhe gehoben. Die ungeheure Bewegung des Meeres, welche durch diesen furchtbaren Ausbruch erzeugt wurde, hatte eine gewaltige Fluth von Süd nach Nord zur Folge, wodurch der europäisch asiatische Continent überschwemmt, und die Leichen seiner Bewohner in die Ebenen von Rußland und Sibirien fortgespült wurden. Auf diese Weise suchte Pallas die ungemeine Häufigkeit der Ueberreste von Elephanten und Nashörnern im nördlichen Sibirien zu erklären, und da man zu seiner Zeit gerade den noch unversehrten Leichnam eines Mammuth mit Fleisch, Haut und Haar in dem sibirischen Eise gefunden hatte, so gab Pallas seiner Sündfluth eine ungemeine Schnelligkeit, wodurch die todten Thiere aus den südlichen Gegenden des asiatischen Continentes in das Bereich des Polareises geführt werden konnten, ehe noch die Fäulniß begonnen hatte.

§. 1528. Gleichzeitig mit Pallas waren in Frankreich einige bedeutende Männer bemüht, auf die Beobachtung zurückzugehen und von dieser aus natürliche Schlußfolgerungen über die geologischen Verhältnisse herzustellen. Der vorragendste dieser Männer war Dolomieu, der seine Beobachtungen namentlich auf die vulcanischen Erscheinungen und Gesteine ausdehnte. Die vulcanischen Gebiete Siciliens und Italiens, besonders die Inseln, wurden von ihm sehr genau untersucht, und nicht minder die erloschenen Vulcane der Auvergne einer näheren Aufmerksamkeit gewürdigt. Dolomieu erkannte schon richtig, daß die vulcanischen Erscheinungen nicht von oberflächlichen Erdbränden herrühren, wie später noch die Werner'sche Schule behauptete, noch auch oberhalb des Urgebirges in den Schwefelkiesen der

Schiefergebirge ihren Grund haben, wie Pallas wollte. Dolomieu hatte richtig beobachtet, daß die Vulcane von Central-Frankreich mitten aus dem granitischen Plateau hervorbrechen, daß also ihre erzeugende Ursache unter dem Granit selbst liegen müsse. Allein die Folgerungen, welche man aus diesen Beobachtungen ziehen konnte, wurden später durch den Einfluß der Werner'schen Schule übertäubt. Dolomieu war zugleich der Erste, welcher gesunde Ansichten über das Nilthal und die Anschwemmungen überhaupt verfocht, noch ehe er dasselbe genauer untersucht hatte. Er beendigte seine Laufbahn mit der Untersuchung Aegyptens in Begleitung Bonaparte's.

Mit ebenso großem Eifer, aber mit weit geringerer Gründlichkeit in §. 1529.
der Beobachtung widmete sich Faujas de St. Fond dem Studium der vulcanischen Gebilde, und zwar namentlich der erloschenen Vulcane in Frankreich und Deutschland. Die Liebe zum Wunderbaren und eine eigenthümlich phantastische Richtung in der Auffassung und Darstellung ließ die von Faujas verfaßten Schriften (Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Vélay. 1778. Histoire de la montagne de St. Pierre à Maestricht etc.) eher als anziehende Gemälde, denn als gründlich wissenschaftliche Abhandlungen ansehen, obgleich man auch in dieser Verwerfung wieder zu weit ging und seine wirklichen Verdienste vergaß. Die großartigen Trappgebilde von Schottland, Irland und den Hebriden wurden eigentlich erst durch Faujas für die Naturforscher entdeckt, und die prachtvollen Zeichnungen, mit welchen er seine Werke ausstattete, bieten noch heute werthvolle Beiträge zur Geologie. Indessen waren die Anstrengungen der beiden genannten Männer im Vergleiche zu den Fortschritten der Geologie in Deutschland nur von geringem Erfolg begleitet, da man einerseits noch durch die Buffon'schen Phrasen geblendet war und andererseits auch der Bergbau in Frankreich in der damaligen Zeit keinen Anhaltspunkt für die geologischen Wissenschaften bot.

In der Schweiz war gegen das Ende des 18. Jahrhunderts der bedeu- §. 1530.
tendste aller rein beobachtenden Geognosten in der Person des Horace de Saussure aufgetreten. Mit den ausgebreitetsten physikalischen Kenntnissen ausgerüstet, begünstigt durch ein unabhängiges Vermögen, welches ihm jeden Aufwand erlaubte, setzte sich dieser Mann die Erforschung der vaterländischen Gebirge, der Alpen, zum Vorwurf, und führte während langjähriger Reisen diese Vorsätze vollständig durch. Sein Werk (Voyages dans les Alpes. 1779 — 1796.) ist ein unerreichtes Muster klarer einfacher Darstellung, und namentlich sind die Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse des Alpenlandes wahrhaft klassisch für alle Zeiten. In den Alpen war damals noch Alles zu thun. Die Topographie dieser weitläufigen Gebirgskette im Herzen Europa's war damals kaum so bekannt,

als diejenige des Himalaya in unserer Zeit, und so unglaublich es auch scheinen mag, so ist es doch vollkommen wahr, daß man Saussure den Entdecker des Chamounithales nennen kann. Saussure war der Erste, der die unendlichen Schwierigkeiten überwand, die damals noch der Besteigung der Gletscher und der Spitzen der Alpen entgegenstanden; er wagte zuerst längere Zeit auf bedeutenden Höhen zu verweilen, und sein zehntägiger Aufenthalt auf dem Col de Géant ist unendlich fruchtbringender für die Physik der Alpengegend gewesen, als die Besteigung des Mont Blanc.

§. 1531. Die Lagerungen der Gesteine in den Alpen und ihre mineralogischen Charaktere wurden zwar überall von Saussure äußerst genau beschrieben, allein zu allgemeineren Schlußfolgerungen über die Structur der Alpen im Ganzen kam er troß seiner ausgebreiteten Kenntniß der Details doch nicht. Er erkannte sehr richtig, daß die Ketten geschichteter Gebilde, welche die Centralaxe eines Gebirges umgeben, mit diesem letzteren parallel streichen und ihre sanften geneigten Schichtflächen nach außen hin abfallen lassen, während die steilen Wände der abgerissenen Schichtenköpfe nach innen gegen den Centralkern hin gekehrt sind. Obgleich Saussure diese Erscheinung sowohl an den Alpen als in dem Jura an vielen Orten nachwies und sogar ihre Allgemeinheit behauptete, so kam er doch nicht darauf, den Grund dieser Erscheinung in der Hebung der Centralkerne zu suchen, wie dies später von L. von Buch geschah. So war Saussure ferner einer der Ersten, welcher aus der steilen Aufrichtung von Conglomeraten bei Valorsine, die große Rollsteine in einem sehr feinkörnigen Sediment enthalten, folgerte, daß diese Schichten sich nur in horizontaler Lagerung gebildet haben könnten und erst nach ihrer Erhärtung aufgerichtet sein müßten. Diese Folgerung aber auf sämmtliche Schichten der Alpen auszudehnen und die ursprüngliche Horizontalität der Schichten als allgemeines Gesetz zu behaupten, wie schon Steno und Füchsel gethan hatten, fiel Saussure wiederum nicht ein.

§. 1532. Saussure's Beobachtungen über Gletscher sind ausgezeichnet. Die physikalischen Bedingungen und Verhältnisse derselben sind von ihm mit vielem Scharfsinn untersucht, eine eigene Theorie ihrer Bewegung aufgestellt worden. Zum Theil kennt er auch die geologischen Spuren früherer Gletscherbedeckung; er beschreibt an vielen Orten alte Moränen, die weit von den Gletschern thalabwärts sich finden, allein auch aus diesen Beobachtungen zog Saussure nicht den Schluß auf die frühere allgemeine Vergrößerung der Gletscher. Die Verbreitung der Findlingsblöcke suchte Saussure dadurch zu erklären, daß er annahm, die Schweiz habe einst einen großen See gebildet, der durch den Anschluß des Jura an die Alpen geschlossen gewesen sei. An der Porte du Rhône habe dieser See plötzlich durch Zerspaltung des Jura einen Ausfluß bekommen und eine bedeutende

Strömung gebildet, wodurch die Blöcke von der Centralkette her über die Ebene und bis auf den gegenüberliegenden Kamm des Jura zerstreut worden seien. Auch diese Erklärung ist wohl nicht eine glückliche zu nennen, und wir können deshalb mit vollem Recht sagen, daß Saussure ein ausgezeichneter, scharfsinniger Beobachter, ein Physiker und Geognost vom ersten Range war, daß ihm aber das Talent, aus seinen Beobachtungen allgemeinere Schlüsse zu ziehen, so ziemlich abging. Klassisch und für unsere Zeiten auch noch höchst brauchbar ist deshalb seine Anleitung zur geologischen Beobachtung, die er unter dem Titel Agenda geognostica herausgab.

Zeitgenosse von Saussure war ein anderer Genfer S. A. de Luc, §. 1533. der indeß hinsichtlich der Schärfe der Beobachtung weit hinter seinem berühmten Mitbürger zurückstand. De Luc repräsentirte wesentlich die Buffon'sche Schule, und der Neid gegen seinen Zeitgenossen bewog ihn, überall, wo Saussure eine einfache natürliche Ansicht aufgestellt hatte, irgend ein Phantasiegemälde derselben entgegenzusetzen. Die Beobachtungen de Luc's, welche besonders in seinen Lettres sur l'histoire physique de la terre. 1792—1795, niedergelegt sind, können demnach in unserer Zeit füglich übergangen werden, während diejenigen Saussure's noch stets eine unerschöpfliche Quelle von Belehrung darbieten.

Noch in die letzte Zeit des Wirkens von Saussure fällt der Anfang §. 1534. der Laufbahn eines Mannes, welcher stets in der Geschichte der Geologie als die vorragendste Persönlichkeit erkannt werden wird. Dieser Mann war A. G. Werner, geboren 1750, gestorben 1817, während der größten Zeit seines Lebens Professor an der Bergwerkschule in Freiberg. Die Nothwendigkeit, genau auf das Verhalten der Gänge zu achten, um den Grubenbau mit gehörigem Nutzen durchzuführen, hatte schon seit Agricola's Zeiten auf eine gewisse Schärfe der Beobachtung hingelenkt, welche in Werner ihren Glanzpunkt fand. Um den Einfluß, welchen dieser Mann durch die Stiftung einer eigenen Schule in der Geologie sich erwarb, gehörig ermessen zu können, ist es nöthig, in ihm einerseits den nüchternen, ruhigen Beobachter, der nach vorgestecktem Plane und genauer Ordnung vorwärts schreitet, andererseits den Theoretiker zu unterscheiden, welcher von den gemachten Beobachtungen ausgeht und daraus allgemeinere Schlüsse zieht. Während in ersterer Beziehung Werner Ausgezeichnetes leistete und die von ihm aufgestellten Principien der Stratigraphie noch heute vollkommene Anerkennung finden müssen, war er als Theoretiker sogar im Beginne seines Auftretens schon hinter seinen Zeitgenossen zurück und stiftete durch die Hartnäckigkeit, womit er seine Ansichten auch später beibehielt, wohl mehr Schaden als Nutzen. Werner beschäftigte sich zuerst mit der genaueren Feststellung der äußeren Kennzeichen der Gesteine und zwar sowohl der einfachen Mineralien als auch namentlich der zusammengesetzten Fels-

arten. Die herrschende Verwirrung in der Nomenclatur der Gesteine wurde durch Werner und seine Schüler aufgehoben, und allgemein gültige Bezeichnungen eingeführt, die noch heute in der Wissenschaft ihre Geltung haben.

§. 1535. Dieselbe Schärfe der Beobachtung, welche Werner schon auf die äußeren Kennzeichen der Mineralien verwandt hatte, und dieselbe Klarheit in den Begriffsbestimmungen führte er nun auch in die eigentlich geognostischen Forschungen ein. Die räumlichen Verhältnisse der Schichten sowohl an und für sich als auch im Verhältniß zu anderen Schichten oder ungeschichteten Gesteinen sollten nach genauen Normen bestimmt und gleichmäßige Bezeichnungen für diese Lagerungsverhältnisse eingeführt werden. Das Streichen und Fallen der Schichten, die Lagerung im Verhältniß zu dem Liegenden und dem Hangenden und eine Menge ähnlicher Beobachtungen wurden als höchst nothwendig zur näheren Erörterung der geologischen Structur einer Gegend dargestellt und damit zugleich feste Richtschnuren aufgesteckt, nach welchen der Beobachter in vorliegenden Fällen gehen konnte. Für die einzelnen Arten der Auflagerung wurden bestimmte Wortbegriffe aufgestellt, und durch alle diese Bestrebungen in die früher planlosen geognostischen Untersuchungen eine große Uebereinstimmung und Klarheit gebracht. Wenn Werner keine anderen Verdienste um die Geologie gehabt hätte, als diese Herstellung einer bestimmten Ordnung und einer allgemeinen Ausdrucksweise für dieselben, so würde er schon der Gesetzgeber der Geologie genannt werden müssen.

§. 1536. Die genauere Beobachtung der sächsischen Gebirgsformationen, welche Werner einzig kannte, da er nie weitere Reisen gemacht hatte, führte nun zu schärferer Analyse dieser Bildungen selbst. Werner nahm vor allen Dingen den Begriff der Formation, welche Füchsel eingeführt hatte, wieder auf und erweiterte denselben. Wenn Füchsel die Formation als eine Reihenfolge von Schichten begriff, welche sich unter gleichen Verhältnissen unmittelbar nach einander gebildet haben, und somit gleichsam einen historischen Begriff des Wortes »Formation« aufstellte, so faßte Werner im Gegentheile als Formation alle diejenigen Gebirgsarten zusammen, welche gleiche Bestandtheile darbieten. Die Erdrinde im Allgemeinen zeigt eine sehr einfache Zusammensetzung, und die einzelnen Glieder wie Kalk, Schiefer, Sandstein u. s. w. kehren überall wieder. Diese wiederkehrenden Glieder nannte denn Werner die Formationsreihen, deren er sechs oder sieben unterschied. Die Formation nach Füchsel'schem Begriff wurde von ihm ein »Lagerungsganzes« genannt.

§. 1537. Von der Ueberzeugung ausgehend, daß die Erdrinde überall in wesentlich gleicher Weise zusammengesetzt sei, bestimmte nun Werner genau die Formationsreihe des sächsischen Landes und stellte darnach ein eigenes Sy-

stem der Bildung der Erdrinde im Allgemeinen auf. Nach ihm war der ganze Erdball aus dem Wasser hervorgegangen, und demnach die Schichtung ein wesentlicher Charakter der mineralischen Bestandtheile. Aus dem Wasser hatte sich zuerst das Urgebirge in krystallinischer Form niedergeschlagen, das wesentlich aus Granit, Gneiß, Syenit u. s. w. bestand, und das erste feste Gerippe bildete, um welches herum dann die anderen Formationen sich anlagerten. Nach dem Urgebirge kam nun die Gruppe der Uebergangsgebirge, welche hauptsächlich aus den Trümmern des Urgebirges zusammengesetzt waren. Die schieferigen Gebilde aller Art, welche die granitischen Gesteine umlagern, die Thonschiefer, Grauwacken, Conglomerate u. s. w. bildeten nebst dem Uebergangskalkstein diese zweite Gruppe der Werner'schen Formationsreihe.

Eine dritte Gruppe umfaßte die Secundärgebilde oder das Flötzgebirge, §. 1538.
welches in verschiedene Abtheilungen zerfiel.

Die ältesten Flötzschichten waren gebildet von dem rothen Todtliegenden oder dem älteren Sandsteine und den Steinkohlen und begriffen überhaupt alle Schichten zwischen dem Uebergangsgebirge einerseits und dem Zechsteine andererseits. Der Zechstein selbst bildete eine zweite besondere Gruppe, auf welche als dritte Gruppe der bunte Sandstein oder der jüngere Sandstein mit Gyps und Steinsalz folgte. Besonders abgetrennt von dem bunten Sandstein, dem Gypse und dem Steinsalze war der Muschelkalk oder jüngere Flötzkalk, auf welchen dann als jüngste Bildung in der Reihe des Flötzgebirges der Quadersandstein folgte. Alles, was sich über dem Quadersandsteine befand, wurde ohne Weiteres als aufgeschwemmtes Land bezeichnet und nicht weiter in einzelne Epochen geschieden, wenn auch die mineralogische Verschiedenheit einzelner Glieder anerkannt wurde.

Ueberblickt man die Formationsreihe Werner's im Vergleich mit einer §. 1539.
geologischen Karte Sachsens, so zeigt es sich, daß dieselbe noch heute so ziemlich der treue Ausdruck der Bildung dieses Landes ist, und daß somit nur die Generalisirung derselben auf die ganze Erdoberfläche ein Unrecht war, welches sich leicht daraus erklären ließ, daß Werner eben nicht Gelegenheit gehabt hatte, Beobachtungen in entfernteren Ländern zu machen.

Die sächsischen Lande bieten überhaupt in ihrer Zusammensetzung keine §. 1540.
sehr scharfe Gränze zwischen vulcanischen und neptunischen Bildungen dar. Außer dem granitischen Centralkerne des Erzgebirges, der indeß zum großen Theile durch schieferige Gebilde überdeckt ist, finden sich zwar noch Porphyre und hier und da Basalte, wenn gleich in sehr unbedeutender Ausdehnung. Die Lagerungsverhältnisse der Porphyre aber sind meistens sehr undeutlich und gewöhnlich sieht man sie in übereinstimmender Schichtung mit dem rothen Todtliegenden. Deshalb betrachtete Werner auch den Porphyr als ein Glied dieser Formation, und erst in späterer Zeit erkannte

man einzelne Durchbrüche, und durch Beobachtung im Großen auch abweichende Lagerung der schichtenförmig auftretenden Porphyrmassen.

§. 1541. Die sächsischen Basalte verhielten sich auch nicht so, daß man aus ihrer Kenntniß eine richtige Ansicht über das Herkommen derselben gewinnen konnte. Sie bildeten schichtenförmige Ausbreitungen auf den höchsten Plateau's, welche sogar über Torf und Braunkohlen hinweggriffen, und deshalb wurden sie als der jüngste Niederschlag des aufgeschwemmten Landes betrachtet.

§. 1542. So kam es denn, daß sich Werner eine rein neptunische Ansicht von der Entstehung der Erde ausbildete. Nach ihm hatten sich alle Gebirgsarten ohne Ausnahme aus einer allgemeinen Auflösung auf dem Meere niedergeschlagen, welches von Zeit zu Zeit angeschwollen und dann wieder zurückgesunken war. Durch diese abwechselnden Meeresbedeckungen erklärte Werner den Untergang der früheren organischen Schöpfungen und die Entstehung des festen Landes. Zuletzt sollte das überflüssige Wasser an den Polen gefroren sein und so das Meer sein jetziges Niveau erhalten haben. Die Thäler und Einschnitte aller Art, welche man in der Erdrinde findet, waren nach Werner lediglich ein Product der Erosion durch das Meer, welches bei seinem Rückzuge gewaltige Strömungen gebildet, und so hier und da Auswaschungen verursacht hatte. Deshalb waren denn nach Werner die Thalwände hauptsächlich aus den durchwaschenen Schichten gebildet und mußten auf beiden Seiten des Thales einander correspondiren. Es ist leicht einzusehen, daß diese Theorie der Thalbildung der sächsischen Schweiz entnommen war, wo allerdings die Thäler zwischen mehr oder minder beschränkten Plateau's ausgewaschen sind, die aus horizontalen Schichten von Quadersandstein bestehen. Wer nur die Gegend von Paris oder die Ebene der Gascogne kennte, würde eine ganz gleiche Theorie der Thalbildung aufstellen.

§. 1543. Ein einfache Folgerung aus der neptunischen Ansicht Werner's war eben die, daß alle Schichten bei ihrem Ursprunge eine der Horizontalität annähernde Lage gehabt hätten. Leider war aber Werner in dieser Beziehung von der unerschütterlichen Consequenz Steno's zurückgewichen und lehrte im Gegensatze zu diesem, daß auch Schichten, welche etwa bis zu 30° geneigt seien, in dieser Lagerung sich unmittelbar niedergeschlagen haben könnten und nicht einer späteren Aufrichtung ihre Neigung verdankten. Größere Neigung der Schichten glaubte Werner ebenfalls späteren Veränderungen der Lagerung zuschreiben zu müssen, allein er hielt diese Aenderungen nur für sehr locale und beschränkte Erscheinungen, bedingt durch den Einsturz von Höhlungen, durch Bergschlipfe oder ähnliche, auf kleinen Strecken wirksame Ursachen, welche auf die Lagerung im Ganzen keinen weiteren Einfluß haben könnten. Daß Bergketten von 100 und mehr

Meilen Erstreckung, wie die Alpen, auf beiden Seiten von Gürteln steil aufgerichteter Schichten umgeben sein könnten, war ihm zur Zeit, als er sein System aufstellte, unbekannt, und später verhinderte ihn die durch das Alter bedingte Unzugänglichkeit, sein System nach den unterdessen bekannt gewordenen Thatsachen zu ändern.

Der schwache Punkt des Werner'schen Systemes war die unzulängliche Berücksichtigung der vulcanischen Erscheinungen. Die Vulcane waren für Werner nur locale Phänomene, Erdbrände der oberflächlichen Schichten, bedingt durch die Entzündung von Steinkohlenflötzen oder ähnlichen Anhäufungen brennbarer Mineralien. Es entsprang diese Geringschätzung der Vulcane und die Verkennung der älteren vulcanischen Gebilde ebenfalls wesentlich aus der Unkenntniß Werner's, dessen Untersuchungen sich nur auf einen kleinen Fleck Landes beschränkt hatten. Diese Vernachlässigung der vulcanischen Gebilde war es hauptsächlich, welche den Sturz seines Systemes herbeiführte, das eine Zeit lang fast allein in der Geologie herrschte. §. 1544.

Der Enthusiasmus, welchen Werner unter seinen Schülern erregte, war vorzüglich dem glänzenden Vortrage des Lehrers zuzuschreiben, der seine Zuhörer wirklich für die Wissenschaft, die er vortrug, zu begeistern wußte. Aus allen Ländern strömten wißbegierige Jünglinge nach Freiberg, um aus dem Munde des Lehrers jene Ansichten zu vernehmen, die ganz Europa erfüllten. Werner gehörte zu jenen Männern, die bei einer großen Gabe mündlicher Beredtsamkeit nur schwer dazu zu bringen sind, durch die Schrift ihre Ansichten zu verbreiten, und man mußte deshalb, wenn man nicht die mehr oder minder mißverstandenen Angaben der Schüler genügend fand, seine Vorlesungen selbst anhören, um den Kern seiner Ansichten zu durchdringen. Ueber seine allgemeinen Theorien hat Werner selbst nie Etwas geschrieben, vielleicht ein Beweis, daß er die starre Form, in welche er die Wissenschaft gegossen hatte, wohl als einen zweckmäßigen Anhaltspunkt zu mündlichen Vorträgen betrachtete, allein dennoch für weitere Kreise für unzureichend fand. Dagegen ist seine Schrift über die Entstehung der Gänge ein wahres Muster gründlicher Darstellung, wie schon oben bei der Behandlung dieses Gegenstandes erwähnt wurde, und die meisten Sätze, welche er darin aufstellt, gelten noch heute in ihrem ganzen Umfange. §. 1545.

Den neptunischen Ursprung der Basalte vertheidigte Werner noch lange, nachdem seine meisten Schüler diese Ansicht verlassen hatten. So groß aber war die Ehrfurcht, welche die Schüler vor dem Meister hatten, dessen liebenswürdige Persönlichkeit ihnen theuer und werth war, daß die meisten derselben erst nach Werner's Tode ihre Ansichten über den Basalt unumwunden darlegten, indem sie ihrem Lehrer durch diesen Widerspruch keinen Aerger verursachen wollten. Wenn dies einerseits den schön- §. 1546.

sten Beweis für das gegenseitige Verhältniß Werner's und seiner Schüler liefert, so muß man auf der anderen Seite dennoch eingestehen, daß eine Wissenschaft sich noch in der Kindheit befindet, in welcher die Persönlichkeit eines verdienten Mannes der Stimme der Wahrheit Schweigen gebieten kann. Sobald einmal die Thatsachen in einer Wissenschaft sich so sehr gehäuft haben, daß die unmittelbaren Schlußfolgerungen daraus zur Herstellung eines vollständigen theoretischen Gebäudes genügen, so hört dieses unbedingte Gewicht der Persönlichkeit auf, während in unentwickeltem Zustande der Wissenschaft jeder Widerspruch als directer Angriff und persönliche Opposition aufgefaßt wird. Es ist natürlich, daß eine jede nachfolgende Generation mit leichter Mühe und in geringer Zeit den Weg durchläuft, den ihre Vorfahren mit Anstrengung während ihres ganzen Lebens ebenen mußten. Die Dankbarkeit, welche man gegen diese Vorgänger haben muß, besteht aber nicht darin, daß man nun den von ihnen angebahnten Richtungen ohne Weiteres folgt und auch ihre Irrthümer vertheidigt, sondern vielmehr in dem Befolgen des moralischen Beispieles, welches sie uns gaben, und in Bekämpfung der Irrthümer, in welche auch sie verfielen.

§. 1547. Die Schule von Werner blühte hauptsächlich in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts und in dem Beginne des jetzigen, sie führt uns also unmittelbar der Zeit näher, in welcher wir selbst leben. Noch jetzt wirken einige unmittelbare Schüler Werner's an der Spitze der geologischen Wissenschaft, und in allen Ländern erkennt man den Einfluß, welchen die Apostel des Meisters von Freiberg auf die Gestaltung der Geologie ausübten. Wenn wir hier Einiges von den Schülern Werner's und deren Nachfolgern, also den geologischen Bestrebungen der jetzigen Zeit sagen, so geschieht dies hauptsächlich in der Absicht, unsere Leser dem Stande der Wissenschaft entgegen zu führen, welcher in den früheren Kapiteln dieses Werkes angedeutet ist. Es ist schwer, über Lebende zu schreiben. Die Anerkennung wird leicht zum Lobe und die Kritik zum Tadel, und es begegnet einem Jeden leicht, daß er diejenigen Arbeiten, welche nicht in der Richtung verfaßt sind, die ihn besonders anspricht, geringer achtet, als sie es verdienen, und andere höher schätzt, als es ihr wahrer Werth mit sich bringen sollte.

§. 1548. In Frankreich übten die Schüler Werner's insofern den heilsamsten Einfluß, als sie die strenge Methode der nüchternen Beobachtung, welcher schon Dolomieu gehuldigt hatte, allseitiger ausbreiteten und den Träumereien und dem Theorienmachen ein Ziel setzen. D'Aubuisson de Voisins hatte selbst unter Werner studirt und sich in Freiberg die Lehre desselben vollkommen angeeignet. Sein Lehrbuch der Geognosie, welches er nach seiner Rückkehr nach Frankreich im Jahre 1819 ausarbeitete, gab den Franzosen die genaueste Kenntniß über die Lehren des sächsischen Gelehrten.

D'Aubuisson war, so lange er noch in Sachsen lebte, ein unbedingter Anhänger Werner's in Bezug auf die Entstehung der Basalte. Die Untersuchung der Vulcane in der Auvergne überzeugte ihn indessen so klar von der Lavennatur der Basalte, daß er öffentlich diese Meinungsänderung kund gab, und die Thatsachen auseinandersetzte, durch welche er sich zu dem vulcanischen Ursprunge der Basalte bekehrt hatte. Ueberhaupt waren die Verhältnisse in der Auvergne so schlagend, daß alle Schüler Werner's sich dort von ihrem Irrthume überzeugten und die Werner'schen Ansichten über den Basalt nie rechten Eingang bei den Franzosen zu finden vermochten. Man kann dieses Land wohl glücklich schätzen, daß es nicht wie Deutschland einen wesentlichen Theil seiner wissenschaftlichen Kräfte über einer Streitfrage zersplitterte, die am Ende ihre Bedeutung gänzlich verloren hatte.

Die Lehren Werner's hatten namentlich auf die Ausbildung der §. 1549.
Bergwerksschule in Frankreich einen großen Einfluß. Diese Centralanstalt, welche die Bergwerksingenieure für ganz Frankreich erzieht, ist gewissermaßen der Mittelpunkt für alles geognostische Studium in diesem Lande, und die wissenschaftliche Richtung, welcher die Directoren dieser Anstalt anhängen, übt den größten Einfluß auf die Untersuchungen der zahlreichen jungen Leute, welche jährlich daraus hervorgehen. D'Aubuisson war an der Bergwerksschule angestellt. Ihm folgte ein anderer Anhänger Werner's, Brochant de Villiers, der eben die genaue Beobachtungsmethode Werner's in den savoyischen Alpen anwandte und dort erkannte, daß krystallinische Gesteine, Serpentin, Glimmerschiefer, körnige Kalksteine u. s. w. auf Flötzgebirgen aufgelagert seien, mithin nothwendig jünger als diese sein müßten. Diese Beobachtung bildete den Ausgangspunkt für die neueren Ansichten über die Alpen, indem sie diesen ein weit geringeres Alter vindicirten, als man ihnen den Werner'schen Ansichten zufolge zuschrieb. Brochant führt uns ganz in die neueste Zeit durch zwei seiner Schüler, welche unter ihm die Ausführung der geologischen Karte Frankreichs begannen, ein Werk, von welchem wir später im Zusammenhange mit den neueren Bestrebungen der Wissenschaft reden werden.

In England fand merkwürdiger Weise das Werner'sche System §. 1550.
ebenfalls Anerkennung, trotzdem daß hier Elemente vorhanden waren, welche nach einem kurzen Siege der Werner'schen Theorie naturgemäßeren Ansichten den Eingang verschafften. Es war natürlich, daß in einem Lande, welches wie England so durchaus regelmäßig in geologischer Hinsicht gebaut ist, und wo die Schichten in so constanter Reihenfolge von West nach Ost über einander her lagern, daß in einem solchen Lande die stratigraphische Genauigkeit, welche der Hauptvorzug der Werner'schen Untersuchungsmethode war, ungemein vielen Anklang finden mußte.

Gerade dieser Regelmäßigkeit der Schichten gegenüber frappirt aber um so mehr das Verhalten der plutonischen und vulcanischen Massen, welche in England und Schottland die deutlichsten Durchbrüche durch die abgelagerten Schichten gemacht haben. Die Werner'schen Theorien wurden hauptsächlich durch Jameson in Edinburg vertreten, welcher, ein unmittelbarer Schüler Werner's, in seinem Vaterlande sogar 1811 eine Werner'sche Gesellschaft stiftete, deren Verhandlungen viele Untersuchungen über die geognostischen Verhältnisse Schottlands enthalten. Gleichzeitig mit der Ausbreitung der Werner'schen Lehre in England waren indeß zwei neue Richtungen in demselben Lande angebahnt worden, auf welchen die Wissenschaft noch heute fußt, und die wir deshalb im Zusammenhange mit den heutigen Bestrebungen später darzustellen suchen müssen.

§. 1551. In Deutschland fand natürlich das Werner'sche System den weitesten Anklang und eine Zeit lang unbedingte Anhänger. Allein mit der Ausbreitung der Lehre selbst brach zugleich eine Stütze nach der anderen durch die eigenen Schüler Werner's zusammen, welche voll Eifers auszogen, um die ganze Erde von einem Pole zum anderen im Namen ihres Meisters zu befragen. Der Streit über die Natur der Basalte wurde bald in Deutschland so heftig, daß man darüber alles Andere vergaß, und die ganze Geologie sich in zwei Lager theilte, Neptunisten und Vulcanisten, die sich mit einer wirklichen Erbitterung bekämpften. Auffallend war in dieser Hinsicht die Erscheinung, daß alle diejenigen Schüler Werner's, welche entferntere Gegenden besuchten, nach und nach das Irrthümliche der eingelernten Theorie einsahen, während diejenigen Geologen, die auf der heimischen Scholle Landes sitzen blieben, den neptunischen Ursprung des Basaltes noch vertheidigten, als die Wissenschaft schon längst über dieses hartnäckig bestrittene Bollwerk hinaus zu ferneren Eroberungen geeilt war.

§. 1552. Die Naturphilosophie namentlich zeichnete sich längere Zeit durch diese hartnäckige Vertheidigung der Werner'schen Ideen aus, welche mit ihrer Ansicht von der Thierschöpfung überhaupt in dem schönsten Einklange standen. Es wurde in dem naturphilosophischen Systeme Alles durch Polarität erklärt, welche sich im Wasser geltend gemacht haben sollte und wodurch einerseits der organische Urstoff den Urschleim zu Thieren und Pflanzen zusammengeballt, andererseits die mineralischen Stoffe aus der allgemeinen Lösung niedergeschlagen wurden. Die Polarität machte sich dann weiter geltend zwischen der Reihe der kieseligen Gebilde, die nur Pflanzenversteinerungen führen sollten, und der Kalkreihe, deren charakteristische Kennzeichen Thierversteinerungen wären. Manche Anhänger der Naturphilosophie gingen noch weiter und nahmen die alte Aristoteli-

sche Ansicht wieder auf, nach welcher die Erde ein Organismus sein sollte, dessen Functionen man auf die lächerlichste Weise mit denjenigen der thierischen Organismen parallelisirte. Diese Ausgeburten der phantastischen Richtung, welche im Anfange unseres Jahrhunderts in den meisten Wissenschaften sich eingeschlichen hatte, klammerten sich gleichsam an die Werner'schen Theorien an, ohne das wesentliche Verdienst Werner's, die genaue Untersuchung der Thatsachen, sich anzueignen.

Eine Menge unmittelbarer Schüler von Werner wandte nun die Principien der Stratigraphie, welche dieser festgestellt hatte, auf die Untersuchung des deutschen Bodens an, so daß Deutschland trotz seiner äußerst verwickelten Structur in dieser Zeit bald weit genauer gekannt war, als Frankreich oder England. Das Kupferschiefergebirge des Mannsfeldischen wurde von Freiesleben, die deutschen Stein- und Braunkohlenlager von Voigt, die geognostischen Verhältnisse Böhmens von Reuß, das rheinische Schiefergebirge und die sächsischen Granite von v. Raumer mit vieler Gründlichkeit untersucht und dargestellt. Auch andere Geognosten, welche den Werner'schen Theorien abhold sich gezeigt hatten oder von denselben nicht unmittelbar berührt waren, wandten doch die stratigraphischen Untersuchungsmethoden des freiberger Meisters in umfassender Weise an, und so wurden Sachsen von Charpentier dem Aelteren, der Thüringerwald von Heim, Scandinavien, das Flußgebiet der Weser und später die spanischen Gebirgszüge von Hausmann, die Trias von Alberti, das südliche Rheinland von v. Oeynhausen und von Dechen, Rheinland-Westphalen von Noeggerath, die Vulcane der Eifel von Steininger, die gesammten Basaltgebilde von v. Leonhardt, Polen von Pusch, in theilweise ausgezeichneten Monographien ausgearbeitet. §. 1553.

Die beiden Schüler Werner's jedoch, welche auf die Gestaltung der heutigen Geologie den wesentlichsten Einfluß übten und durch ihre glänzenden Untersuchungen stets ein Vorbild für spätere Geologen sein werden, die noch heute in spätem Alter an der Spitze ihrer Wissenschaften glänzen, wenn gleich der Eine sich mehr von der Geologie ab zu anderen physikalischen Wissenschaften gewandt hat, diese beiden Männer sind Alexander von Humboldt und Leopold von Buch. Es ist nöthig, auf die Arbeiten dieser beiden Männer etwas näher einzugehen, da sie vorzugsweise den heutigen Stand der Geologie nicht nur in Deutschland, sondern in der ganzen wissenschaftlichen Welt einleiteten. Außer an Talent waren beide Männer einander auch noch dadurch ähnlich, daß sie in unabhängiger Stellung über bedeutende Geldmittel disponiren und demnach ganz frei den Eingebungen ihres Genius folgen konnten. Die ersten Untersuchungen beider Männer, deren gemeinsame Freundschaft nie getrübt §. 1554.

wurde, fallen zusammen und können deshalb auch vereinigt betrachtet werden. Beide studirten zusammen unter **Werner** in Freiberg und machten nachher mehre gemeinschaftliche Reisen theils in die Alpen, theils an den Vesuv, um sich durch Untersuchung verschiedener Verhältnisse des europäischen Festlandes zu umfassenderen Arbeiten vorzubereiten.

§. 1555. Nur wenige Reisen mögen so reich an wissenschaftlichen Resultaten gewesen sein, als diejenige, welche **Humboldt** in dem südlichen America während mehrer Jahren von 1799 bis 1804 ausführte. Namentlich die Untersuchung der ungeheuren Vulcane Südamerica's, der zahlreichen Erdbeben, welche in diesem Erdtheile stattfinden, und die lichtvollen allgemeinen Ueberblicke, welche der große Reisende aus seinen Beobachtungen zog, übten auf die Geologie einen wesentlichen Einfluß. Früher unbedingter Vertheidiger des neptunischen Ursprungs der Basalte und des geringen Einflusses, welchen die vulcanischen Kräfte auf die Gestaltung des Erdbodens ausgeübt haben sollten, mußte sich **Humboldt** bald durch seine Beobachtungen in Südamerica überzeugen, daß seine Ansichten wesentlicher Modificationen bedürften, und er war es, der zuerst mit Bestimmtheit die Ansicht aussprach, daß die Vulcane mit gewaltigen Rissen der Erdrinde in Verbindung ständen. So wies er nach, daß die Vulcane Mexico's auf einer einzigen ungeheuren Querspalte aufsäßen, durch welche dieser Theil des Continentes in seiner ganzen Breite durchsetzt würde, und deren Verlängerung man noch bis in die Südsee hinein beobachten könne. Eine ähnliche Längsspalte bedingt nach **Humboldt** die reihenweise Anordnung der Vulcane in den Cordilleren. Die Untersuchungen über den Ausbruch des Jorullo lieferten das erste, sicher constatirte Beispiel einer plötzlichen, durch vulcanische Kräfte bewirkten Erhebung eines ganzen Landstriches und dienen somit als einer der wichtigsten Anhaltspunkte für die heutige Geologie. Es ist unmöglich, hier näher einzugehen auf die vielfachen Untersuchungen **Humboldt's** über die Verbreitungsbezirke der Erdbeben und deren allgemeine Verhältnisse, über die Gesteine und deren Lagerung in America im Vergleich zu Europa, sowie über seine neueren Arbeiten im Bereiche der physikalischen Geographie, in welchen das Talent des großen Naturforschers sich namentlich durch die allgemeinen Ansichten und Folgerungen ausspricht, die er aus seinen Beobachtungen zu ziehen versteht. Nicht minder wichtig wurde für die Geologie **Humboldt's** Reise nach dem asiatischen Rußland, auf welcher er von dem ausgezeichneten Geognosten G. **Rose** begleitet war, der besonders über die Lagerungsstätten des Platins und der Diamanten im Ural, sowie namentlich über die Felsarten dieses Gebirges die reichsten Beobachtungen machte. Besonders bemerkenswerth in den Resultaten dieser Reise ist die Beobach-

tung von wirklich geflossenem Granit am Ufer des Irtisch, der meilenweit an der Oberfläche sich ausgebreitet hat.

Noch viel größeren Einfluß, als Humboldt, hatte auf die Geologie Leopold von Buch, der sich dieser Wissenschaft fast ausschließlich widmete, und mit vollem Rechte der Reformator derselben genannt werden kann. Der Streit über die Basalte und die Wichtigkeit der vulcanischen Erscheinungen im Allgemeinen rief L. v. Buch kurz nach Beendigung seiner Studien in Freiberg aus seinem Vaterlande nach anderen Gegenden, wo er bald verschiedene Ansichten gewinnen mußte. Die Beschreibungen, welche er von den Phänomenen des Vesuvs und von den Vulcanen des südlichen Frankreichs giebt, gehören nicht nur in wissenschaftlicher, sondern auch in stylistischer Beziehung zu dem Besten und Schönsten, was die naturwissenschaftliche Literatur unserer Sprache aufzuweisen hat. Die Untersuchung der Auvergne überzeugte auch ihn, wie so viele andere Forscher, daß der Basalt in jener klassischen Gegend förmliche Lavaströme bilde, welche aus wahren aufgeschütteten Eruptionskegeln hervorbrachen. Obgleich v. Buch in den damaligen Jahren noch nicht zu behaupten wagte, daß die deutschen Basalte allgemein ebenfalls als vulcanische Producte betrachtet werden müßten, so war wenigstens sein Glaube in Hinsicht auf die Auvergne nach dem Besuche derselben durchaus festgestellt. Er bestätigte die schon früher gemachte Beobachtung, daß die Vulcane der Auvergne aus dem Granite selbst, aus dem Urgebirge hervorbrachen, und hielt sogar den von ihm zuerst genauer charakterisirten Domit für das Product einer Schmelzung und Aufblähung des Granites selbst, sagte sich sich also damit förmlich von der Werner'schen Ansicht über die Oberflächlichkeit der Vulcane los. §. 1556.

Noch mehr wurden v. Buch's Ansichten erschüttert durch eine größere Reise, welche er im ganzen Umkreise der scandinavischen Halbinsel von Christiania bis zum Nordcap und von da durch Lappland über Tornea und Stockholm nach Christiania zurück durchführte. In der Nähe von Christiania entdeckte v. Buch Granit, welcher unzweifelhaft zwischen versteinerungsreiche Kalklager eindrang, dieselben gangartig durchsetzte, überlagerte und mannichfaltig in ihrer Schichtung wie in ihrer Structur veränderte. Erscheinungen dieser Art, welche man jetzt aus vielen Gegenden her kennt, waren damals neu, für Deutschland wenigstens, und die Beobachtung v. Buch's erregte um so größeres Aufsehen, als man bis dahin in Deutschland noch nicht daran gedacht hatte, Werner's System in Betreff der Entstehung des Granites zu widersprechen. Hier zeigt es sich aber offenbar, daß der Granit jünger sei, als der mit Versteinerungen erfüllte Kalkstein, und obgleich damals v. Buch noch nicht alle Schlüsse gezogen hatte, die sich später aus diesen und ähnlichen Beobachtungen §. 1557.

ergaben, so bildete diese einzige Entdeckung dennoch den Ausgangspunkt, auf welchem später so viele fruchtbringende Untersuchungen und Ansichten fußten.

§. 1558. Nach Beendigung der scandinavischen Reise, die auch noch besonders reich und fruchtbringend für die theoretische Geologie durch die bestimmte Entdeckung der fortdauernden Erhebung der scandinavischen Halbinsel wurde, brachte v. Buch mehre Jahre mit Untersuchung der deutschen Gebirgssysteme zu und begab sich dann nach England, wo das geologische Studium unterdessen einen neuen Aufschwung erlangt hatte, durch eine den Werner'schen Theorien durchaus entgegengesetzte Ansicht, welche von sehr talentvollen Forschern vertheidigt wurde. Vergleicht man die früheren Arbeiten v. Buch's mit seinen späteren, so kann nicht geleugnet werden, daß dieser Aufenthalt in England, wo er sich zu einer Reise auf die canarischen Inseln vorbereitete, den wesentlichsten Einfluß auf die Entwickelung seiner allgemeinen geologischen Ansichten gehabt habe. Von nun an erst schüttelt v. Buch ohne Rückhalt alle Reste der Werner'schen Theorien von sich und entscheidet durch seine großartigen Untersuchungen den Streit unwiderruflich gegen die Werner'sche Schule. Ehe wir in der Darstellung seiner Untersuchungen weitergehen, müssen wir deshalb in wenigen Worten darstellen, auf welchem Stande der Vulcanismus in England gerade zu der damaligen Zeit sich befand.

§. 1559. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts (1795) hatte Hutton in Edinburg eine Theorie von der Erdbildung veröffentlicht, welche in directem Widerspruche mit der Werner'schen Theorie stand, die damals gerade allgemein Geltung bekam, weshalb auch Hutton's »Theory of the earth« anfänglich durchaus unbeachtet blieb. Hutton hatte Jahre lang hindurch die Lagerungsverhältnisse der Gesteine in Schottland studirt, und es konnte nicht fehlen, daß die mannichfaltigen Durchbrüche vulcanischer und plutonischer Gesteine, welche sich in diesen Gegenden finden, seine Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen. Schon im Jahre 1785 hatte er in den Bergen der Grampians die Entdeckung gemacht, daß der Granit in Adern und Gängen die auf ihm liegenden geschichteten Gesteine durchsetze, und somit nothwendig von unten her in dieselben eingedrungen sein müsse. Hutton behauptete nun, daß alle ungeschichteten Gesteine ohne Ausnahme früher in geschmolzenem Zustande aus dem Inneren der Erde hervorgedrungen seien, und die geschichteten Gesteine aufgehoben und zerspaltet hätten. Die feuerflüssigen Massen seien durch diese Spalten an die Oberfläche getreten, wo sie sich dann oft im Flusse ausgebreitet hätten. Dieses Hervorbringen feuerflüssiger Massen hatte nach Hutton die Erdrinde mannichfaltig zerworfen und zertrümmert, gewaltige Meeresfluthen verursacht und so Conglomerate und Sandsteine aus den Trümmern des Festlandes

gebildet, welche sich auf dem Boden des Meeres von Neuem niederschlugen, schichteten und durch die Einwirkung der inneren Erdwärme erhärteten.

Diese Vorstellungen von der allgemeinen Bildung der ungeschichteten §. 1560.
Gesteine erkennen wir noch heute großentheils als die richtigen an. Hutton ging aber in mancher Beziehung zu weit, indem er auch den plutonischen Ursprung vieler geschichteten Gesteine behauptete und annahm, die feuerflüssige Masse sei aus dem Inneren der Erde hervorgedrungen und habe sich dann auf dem Boden des Meeres in horizontaler Schichtung ausgebreitet. Abgesehen von dieser Uebertreibung muß man Hutton als denjenigen ansehen, der zuerst wieder mit überzeugenden Gründen den alten Satz Steno's feststellte, daß die ursprünglich horizontal abgelagerten geschichteten Gesteine durch spätere Einflüsse in ihrer Lagerung gestört seien. Hutton ging aber weiter, als Steno, indem er zugleich den Grund dieser Lagerungsstörungen in dem Hervordrängen feuerflüssiger Massen nachwies. Ferner war er es, welcher zuerst die krystallinischen Gesteine aus feuerflüssiger Schmelzung hervorgehen ließ und damit den herrschenden Ansichten von der Krystallisation unmittelbar entgegentrat.

Die Ansichten Hutton's gingen anfangs unbeachtet vorüber, und §. 1561.
selbst das Werk, welches sein Schüler Playfair im Jahre 1802 unter dem Titel: »Explication on the Huttonian theory« veröffentlichte, fand anfangs nicht die Theilnahme, die ihm später zugewandt wurde. Zwei Gelehrte aber, S. Hall und G. Watt, gaben bald durch geschickt angestellte Experimente den Hutton'schen Ansichten den nothwendigen Halt und trugen auf diese Weise wesentlich zum Siege derselben bei. Man kannte bis dahin nur die Krystallisation auf nassem Wege, und hattte deshalb die Hutton'sche Theorie einfach dadurch abgewiesen, daß man behauptete, geschmolzene Mineralien träten nur als Schlacken oder glasähnliche Massen, nicht aber in krystallinischer Form auf. Die körnigen Kalksteine und Marmorarten, welche man in krystallinischen Gesteinen eingeschlossen findet, gaben ebenfalls einen wichtigen Einwurf gegen die Hutton'schen Ansichten ab. Der kohlensaure Kalk verliert bekanntlich seine Kohlensäure, wenn man ihn der Hitze aussetzt; er konnte sich also, der Behauptung von Hutton's Gegnern zufolge, unmöglich zwischen Massen finden, welche im feurigen Flusse gewesen waren.

Hall und Watt, besonders aber der Erstere in umfassenderer Weise, §. 1562.
unternahmen nun die experimentale Lösung dieser Streitfragen. Sie unterwarfen einzelne Gesteine, besonders aber den schottischen Trapp, länger andauernder Schmelzung und fanden bald, daß bei rascher Abkühlung derselbe glasige Massen und Schlacken bilde, bei sehr langsamer Abkühlung aber ein krystallinisches Gefüge annehme. Je langsamer die Abkühlung, desto vollständiger wurden die Krystalle, und man konnte so nach Belieben

grob- oder feinkörnig krystallinische Gesteine durch gehörige Modification der Abkühlung hervorbringen. Versuche über das Verhalten der aus kohlensaurem Kalke bestehenden Gesteine im Feuer wiesen bald nach, daß es nur eines Druckes von wenigen Atmosphären bedürfe, um die Kohlensäure auch bei außerordentlich heftiger Hitze in dem Kalksteine zurückzuhalten. Der auf diese Weise behandelte Kalkstein behielt seine Kohlensäure und erlangte durchaus alle Charaktere des Marmors. Nicht minder prüfte Hall durch äußerst sinnreiche Experimente die Ansichten Hutton's über die Veränderung der Schichtenlager, welche durch vulcanische Gesteine hervorgebracht werden. Er erkannte sehr richtig, daß die Lagerstörungen und Biegungen dadurch hervorgebracht würden, daß dem senkrechten Drucke zugleich ein seitlicher Druck, von den benachbarten Gesteinsmassen ausgehend, entgegenwirke. Seine Versuche stellte er in der Weise an, daß er Tücher oder verschieden gefärbte Lager von Thon horizontal aufschichtete, von oben gewaltig beschwerte und nun durch seitlichen Druck zusammenpreßte. Er ahmte auf diese Weise die mannichfachen Biegungen und Verwerfungen der Erdschichten auf das Täuschendste nach und lieferte auf diesem ächt wissenschaftlichen Wege die Bestätigung der wesentlichsten Grundansichten von Hutton's Theorie. Es ist zu bedauern, daß dieser Weg der experimentellen Lösung vieler geologischen Verhältnisse in unserer Zeit durchaus in den Hintergrund ist gedrängt worden, obgleich nicht zu leugnen ist, daß von demselben die wesentlichsten Resultate zu erwarten seien. Eine Menge der neueren geologischen Theorien, die einzig nur auf der Beobachtung der in der Natur befindlichen Verhältnisse beruhen, könnte auf diesem experimentellen Wege entweder ihre Bestätigung oder ihre Widerlegung finden, und es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man den Wunsch ausdrückt, daß Leopold von Buch heutiges Tages einen Hall finden möchte.

§. 1563. Die Hutton'schen Ansichten hatten, als v. Buch in England zur Vorbereitung seiner Reise auf die canarischen Inseln verweilte, dort schon allgemeine Geltung, und es konnte deshalb nicht fehlen, daß er davon mächtig berührt wurde. Die Untersuchung der canarischen Inseln vollendete, was diejenigen der Auvergne und des Vesuves begonnen hatten. Die großartigen vulcanischen Erscheinungen dieser Inselgruppe wurden nicht nur auf das Vollständigste untersucht, beschrieben und durch wunderbar schöne Karten erläutert, sondern auch die umfassendsten Ansichten über die Einwirkungen der vulcanischen Kräfte auf die Beschaffenheit unserer Erdrinde überhaupt dargelegt. Die Verknüpfung der Vulcane durch ungeheure Spalten, welche ihre Aneinanderreihung in Linien bedingt, wurde hier zum ersten Male in ihrer Vollständigkeit über die ganze Erdoberfläche

nachgewiesen und außerdem noch die so folgenreiche Unterscheidung der Erhebungskrater und der Eruptionskrater aufgestellt.

Die Atolls der Südsee mit ihren kreisrunden Lagunen im Inneren wurden von v. Buch ebenfalls als Oeffnungen ausgestorbener Krater oder als Erhebungskrater aufgefaßt, eine Ansicht, die lange Zeit unbestrittene Geltung hatte, bis Darwin in neuerer Zeit mit überzeugenden Gründen aus der Lebensweise der Korallenthiere selbst eine andere Entstehungsweise dieser Inseln nachwies. Die Theorie der Erhebungskrater selbst erlitt in den neueren Zeiten mannichfachen Widerspruch, und noch stehen sich die Anhänger und Gegner derselben in schroffem Widerspruche entgegen. Wir haben oben diese Theorie weitläufiger auseinandergesetzt, und die Verhältnisse näher beschrieben, auf welche namentlich Elie de Beaumont seine Vertheidigung der Erhebungskrater stützt. Eine Entscheidung dieser Frage, und zwar eine definitive, dürfte nur auf experimentellem Wege zu erwarten sein.

Durch das Werk über die canarischen Inseln, welches erst im Jahre 1825 erschien, während die Theorie der Erhebungskrater im Jahre 1818 veröffentlicht wurde, war die Darstellung der engeren vulcanischen Erscheinungen auf der Erde gleichsam abgeschlossen, denn was auch spätere Beobachter über die Vulcane noch thaten, bestand entweder in Erweiterung der positiven Kenntnisse oder in Unterstützung oder Bekämpfung der von v. Buch aufgestellten allgemeinen Ansichten. Dieser selbst wandte sich nun einer Jahre lang fortgesetzten Untersuchung der deutschen Gebirge und namentlich der Alpen zu. Aus dieser Untersuchung ging denn endlich mit vollständiger Gewißheit die noch heute allgemein angenommene Ansicht hervor, daß die Gebirge aufgerissene Spalten der Erdrinde seien, welche von feuerflüssigen Stoffen, die aus der Erde kamen, emporgehoben wurden, und deren Lippen durch die aufgerichteten Schichten der neptunischen Gesteine gebildet seien. v. Buch leitete diese allgemeinen Ansichten namentlich aus dem Parallelismus der Secundärketten, aus den Verhältnissen der Schichtenlagerung, die ihre steilen Abstürze dem Centralkerne des Gebirges zukehren und aus den Streichungslinien der Ketten selbst her. §. 1564.

Dem scharfen Auge v. Buch's entging auch nicht die Anwendung, welche diese neue Ansicht zur Bestimmung des Alters der Gebirge erhalten konnte. Auf die verschiedenen Streichungsrichtungen, sowie die Verschiedenheit der gehobenen Formationen gestützt, unterschied v. Buch in Deutschland vier durch Alter und Structur scharf getrennte Gebirgsmassen, die er geologische Systeme nannte. Er unterschied so das Alpensystem, das Rheinsystem, das niederländische System und das nordöstliche System. Die allgemeine Verfolgung der von v. Buch aufgestellten Grundsätze führte in der neuesten Zeit zu der Aufstellung der verschiedenen Hebungs- §. 1565.

systeme, welche wir in dem vorigen Kapitel abhandelten, und Elie de Beaumont selbst nennt seine Theorie der Hebungssysteme nur eine Entwickelung der von v. Buch aufgestellten Ansichten.

§. 1566. Es waren namentlich die östlichen Alpen, von Tyrol bis nach Steyermark, durch deren Untersuchung v. Buch merkwürdige neue Verhältnisse kennen lehrte, und die großartigsten Ansichten in die Wissenschaft einführte. Die oben beschriebenen Verhältnisse der Melaphyre im Etschthale führten ihn zu den früher entwickelten Theorien über Dolomit und dessen Bildung. Hingerissen von der Wichtigkeit dieser alpinischen Verhältnisse behauptete Buch damals, daß alle Gebirge ohne Ausnahme durch den Melaphyr gehoben seien, und daß ferner alle Dolomite, wo sie auch vorkommen möchten, durch Einwirkung dieser hebenden schwarzen Porphyrmasse entstanden seien. Was die erstere Ansicht betrifft, so ist dieselbe in unserer Zeit, wie so manche andere Uebertreibung, ohne bedeutenden Widerspruch wieder zu Grabe gegangen, da ihre Unhaltbarkeit von vorn herein zu ersichtlich war. Der Melaphyr kommt nur an verhältnißmäßig äußerst wenigen Punkten an die Oberfläche der Erde, in den meisten Gebirgen kennt man keine Spur davon, auch in den tiefsten Schichten, und findet dafür andere Gebirgsarten plutonischen Ursprunges, welche sich ganz in ähnlicher Weise verhalten, wie der Melaphyr in Tyrol. Ganz mit demselben Rechte müssen diese Gesteine ebenfalls für hebende Gebirgsarten angesehen werden.

§. 1567. Vielen Widerspruch, weil sie auf weniger kühnen Hypothesen beruhte, erlitt dagegen die Theorie, welche v. Buch über das gegenseitige Verhältniß von Dolomit und Melaphyr anfstellte. Die regelmäßige Schichtung vieler dolomitischen Kalksteine namentlich in England schien dieser Ansicht auf das Entschiedenste zu widersprechen, und selbst das Zugeständniß vieler Anhänger der v. Buch'schen Theorie, daß man zweierlei Dolomite unterscheiden müsse, den compacten, regelmäßig geschichteten, der auf neptunische Weise entstanden sei, und den körnigen Dolomit, welcher später plutonischen Einflüssen seine Umwandlung verdanke, selbst dies Zugeständniß, sage ich, entwaffnete die Gegner noch nicht. Man kann wohl sagen, daß die Frage von der Entstehung der körnigen Dolomite noch jetzt eine Lebensfrage für die Geologie ist, deren Lösung vielleicht auch wieder nur auf experimentellem Wege möglich ist.

§. 1568. Schon vor diesen Untersuchungen, welche in wesentlicher Weise die Gestaltung der Geologie änderten, und namentlich umfassendere Ideen über den Metamorphismus der Gesteine in die Wissenschaft einführten, hatte sich L. v. Buch mit der Verbreitung der erratischen Gesteine auf der Nordseite der Alpen beschäftigt und Saussure's Theorie dahin modificirt, daß er annahm, es seien gewaltige Schlammströme durch alle Thäler der Alpen hervorgebrochen, welche die Geschiebe mit ungeheurer Geschwindigkeit

bis hinüber in den Jura mit fortgerissen hätten. Wenn wir auch Gegner dieser Ansicht sind, die noch jetzt von vorragenden Geologen und namentlich von Elie de Beaumont vertheidigt wird, so können wir auf der anderen Seite nicht umhin, anzuerkennen, daß die Schilderung der Verbreitung der Findlingsblöcke in der westlichen Schweiz unübertrefflich ist und auf eine Menge von Verhältnissen aufmerksam macht, welche früher unbemerkt gelassen wurden.

Nach Vollendung dieser gewaltigen, hauptsächlich auf geognostischen Beobachtungen ruhenden Untersuchungen wandte sich L. v. Buch mehr dem Studium der Versteinerungen zu, indem er an demselben mit richtigem Blicke ein wesentliches Mittel erkannte, die einzelnen Formationen scharf zu erkennen, zu sondern und in ihrer Verbreitung zu verfolgen. Von geologischen Principien ausgehend, suchte er vor Allem diejenigen Versteinerungen festzustellen, welche er Leitmuscheln nannte, und seine Untersuchungen über den Jura in Deutschland zeigen, wie glücklich er die einzelnen Formationen nach diesen besonderen charakteristischen Leitmuscheln zu trennen verstand. Seine mehr zoologischen Leistungen in der Petrefactenkunde werden wir später genauer betrachten. §. 1569.

Ueberblicken wir die Leistungen dieses vorragenden Mannes, der noch jetzt mit rastloser Thätigkeit in seiner Lieblingswissenschaft arbeitet, so müssen wir in ihm ohne Zweifel den Schöpfer der heutigen Geologie erkennen. Alle großartigen Ansichten, auf welchen diese Wissenschaft heute fußt, sind von ihm geschaffen und in die Wissenschaft eingeführt worden, und wenn auch manche derselben vielfachen Widerspruch erfahren haben, so bleibt L. v. Buch dennoch der Erste aller lebenden Geologen und wird stets in der Geschichte der Wissenschaft einen der ersten Plätze behaupten. Gegen seine Verdienste erscheinen die Arbeiten sämmtlicher neuerer Geognosten nur als größere oder kleinere Bruchstücke, welche sich den umfassenden Arbeiten v. Buch's mehr oder minder anschließen. §. 1570.

Unter den Nachfolgern dieses gewaltigen Mannes auf deutschem Boden sind außer den schon früher erwähnten noch mehre Forscher zu erwähnen. Vor allen Friedrich Hoffmann, leider in der Blüthe der Jahre der Wissenschaft entrissen. Er hatte sich unter den Augen v. Buch's, und man darf wohl sagen, unter seiner speciellen Leitung zum Geognosten herangebildet und durch eine geognostische Beschreibung des nordwestlichen Deutschlands mit einer vortrefflichen geologischen Karte sein vorwiegendes Talent zu erkennen gegeben. Namentlich darf man seine genauere Untersuchung der geognostischen Verhältnisse der Mineralquellen im nördlichen Deutschland anführen, durch welche er nachwies, daß diese Quellen meistens in der Mitte kesselförmiger Erhebungsthäler entspringen, und somit im engsten Zusammenhange mit den Hebungssystemen des Bodens selbst bestehen. §. 1571.

Später wandte er sich nach Italien und wurde dort aus einem unbedingten Anhänger der Buch'schen Theorie über Erhebungskrater deren entschiedener Gegner, eine Bekehrung, die nicht wenig Gewicht iu die Wagschale legte, allein nicht so fruchtbringend für die Wissenschaft war, als man hätte erwarten dürfen, da ein früher Tod Hoffmann hinderte, die Gründe derselben weitläufiger darzulegen und an der Discussion dieses wichtigen Gegenstandes eingreifenden Antheil zu nehmen. Eine ausführliche geognostische Beschreibung Siciliens wurde aus seinen hinterlassenen Papieren veröffentlicht.

§. 1572. Die geologischen Karten erhielten erst in unserer Zeit diejenige Berücksichtigung, welche sie verdienen, und v. Buch war wiederum der Erste, welcher eine geologische Karte von Deutschland entwarf, die in der neueren Zeit wesentlich von v. Dechen unter seiner Leitung vervollständigt wurde. Leider ist es noch nicht dazu gekommen, daß eine Karte des deutschen Vaterlandes auf Kosten der gemeinschaftlichen Bundesregierung in einem großartigen Maßstabe wäre hergestellt worden, und nur wenige Regierungen haben erkannt, daß die Mittel von Privaten zu solcher langwierigen und kostspieligen Arbeit nicht hinreichen. Zwei ausgezeichnete Geognosten, Naumann und Cotta, bearbeiten eben die geognostische Karte Sachsens, die an Gründlichkeit und Ausführung keinem in fremden Ländern erschienenen Werke dieser Art nachsteht, und es wäre zu wünschen, daß auch andere Regierungen dem gegebenen Beispiele nachfolgten.

---

§. 1573. Die Ausbildung der Geologie in England hat auf die Richtung dieser Wissenschaft in der neueren Zeit überhaupt den unzweifelhaftesten Einfluß geübt. Es ist schon aus dem ersten Bande ersichtlich, daß England durch seine äußerst einfache geologische Zusammensetzung, durch die gleichförmige Folge seiner Schichtenlager von West nach Ost und durch die wenigen Störungen, welche namentlich seine jüngeren Formationen, von dem Jura an, betroffen haben, ein klassischer Boden für geologische Untersuchungen ist, weil man die geschichteten Gesteine der secundären Bildungen größtentheils in ihrer ursprünglichen Gestalt und Lagerung antrifft. Wenn daher Schottland durch Hutton und Hall die Wiege der neueren Ansichten über das Verhalten der plutonischen Gesteine werden mußte, weil dort an Küsten und Buchten die schönsten Profile aller Art mit Gängen und Adern plutonischer Felsarten innerhalb der verschiedenen Schichtenlager aufgedeckt sind, so mußte England bald hinsichtlich der einzelnen geschichteten Formationen der Prototyp werden, nach welchem man diese Formationen zu charakterisiren und zu unterscheiden suchte.

§. 1574. Dies geschah durch einen Mann, der dem Jahre der berühmten Män-

ner, 1769, angehörte, aber erst ziemlich spät seine langjährigen Untersuchungen veröffentlichte. Mit Straßen- und Kanalbauten beschäftigt, mußte W. Smith bald von der Regelmäßigkeit, womit sich die verschiedenen Gesteine in England folgen, frappirt werden, und indem er mit dieser Beobachtung die genaue Untersuchung der Versteinerungen verband, fand er bald, daß dieselben Versteinerungen stets in derselben Schicht wiederkehrten, selbst wenn diese in ihrer weiteren Erstreckung den mineralogischen Charakter änderte. So stellte er denn den Grundsatz auf, daß die Versteinerungen zur Identificirung der Schichten dienen müßten, in welchen sie stets unter denselben Verhältnissen und in der nämlichen Gesellschaft vorkämen. Diesem Grundsatze gemäß unterschied er auch die einzelnen Formationen und ward so der erste Urheber jener feineren Unterscheidungen, welche in den großen Formationsgruppen eingeführt wurden. Seine Entdeckungen waren längst aller Welt bekannt, ehe er etwas darüber veröffentlichte, und namentlich hatte er schon im Jahre 1806 eine vollständige Sammlung aller Gebirgsarten der verschiedenen Formationen mit den dazu gehörigen Versteinerungen in dem brittischen Museum niedergelegt, deren Ergänzung 1815 in einer genauen geologischen Karte erschien.

Hiermit war einem neuen Leben in der Geologie die Laufbahn eröffnet. §. 1575.
Smith's Ansichten reizten einerseits zur Prüfung, andererseits zur Vervollständigung, die angeborene Reiselust der Engländer kam zu Hülfe, indem man die in Großbritannien unterschiedenen Formationen auch auf dem Festlande und in entfernten Gegenden wieder zu erkennen strebte. Da die Versteinerungen vorzüglich für diese Erkennung und Unterscheidung den Leitfaden abgaben, so wurden auch sie mit erneutem Eifer untersucht, verglichen und bestimmt. Eine geologische Gesellschaft wurde in London 1807 gestiftet und blüht seit dieser Zeit zum Nutzen der Wissenschaft fort. Die Geologie wurde die Modewissenschaft der Engländer; die Noblesse interessirte sich für dieselbe, und wie denn in England das Gedeihen aller wissenschaftlichen Unternehmungen von der Theilnahme der höheren Klassen an derselben abhängt, so sah man bald eine Menge von Privatsammlungen reicher Männer entstehen, die der Paläontologie namentlich den größten Vorschub leisteten. Noch in der jetzigen Zeit dauert dieses Interesse der Engländer an geologischen und paläontologischen Wissenschaften ungeschwächt fort, und bei den reichen Geldmitteln, welche diesem Lande zu Gebote stehen, kann auch Vieles geleistet werden, was anderen, minder Begüterten unmöglich ist.

Von den Grundsätzen Smith's ausgehend, suchte man zuerst eine §. 1576.
geologische Karte Englands in großem Maßstabe herzustellen, die durch Greenough im Jahre 1819 erschien, in neuerer Zeit wesentlich verbessert und ergänzt wurde und bis zum Erscheinen der geologischen Karte Frankreichs das Meisterstück aller Arbeiten in diesem Fache blieb. Eine Menge

von Monographien über einzelne Theile Englands, das Festland und die Kolonien erschien nach und nach theils in den Abhandlungen der geologischen Gesellschaft, theils in eigenen Schriften; — und in allen diesen Abhandlungen war es wesentlich die genauere Trennung der Formationen durch Berücksichtigung ihrer organischen Einschlüsse, welche bezweckt wurde, verbunden mit stratigraphischer Beschreibung der einzelnen Lagerungsverhältnisse. Man kann hier namentlich nennen die Arbeiten von Webster und Fitton über die Kreidegebilde, von Sedgwick über das cambrische System, die Kohlenformation und den Magnesiakalkstein (Zechstein), von Conybeare und Philipps über England und Wales im Allgemeinen; von Buckland über den Jura Englands und über die Höhlen; von de la Bèche über Jamaica; von Darwin über die Korallenbildungen der Südsee; von S. Mac-Culloch über Schottland und die Hebriden; von Daubeny über die Vulcane im Allgemeinen; von Poulett-Scrope über die erloschenen Vulcane Süd-Frankreichs und diejenigen Italiens; von Hibbert über die rheinischen und eifeler Vulcane. Alle diese Arbeiten fallen der nächsten Vergangenheit anheim und es wäre unmöglich, näher anzugeben, welches die einzelnen Verdienste dieser zahlreichen Schriften und Abhandlungen wären. Ganz in der jüngsten Zeit kann man als besonders thätig und fruchtbringend mehre Forscher ansehen, über deren neueste Arbeiten wir Einiges sagen müssen.

§. 1577. Als Monograph steht obenan R. J. Murchison, dessen Prachtwerk über das silurische System wohl als ein Muster ähnlicher Arbeiten angesehen werden kann. In diesem Werke sind zuerst die älteren Formationen Englands scharf gesichtet und mit ihren Versteinerungen genauer charakterisirt. In Gemeinschaft mit de Verneuil, einem französischen Geologen, untersuchte Murchison, auf diese Vorarbeiten gestützt, die älteren Schiefergebirge zu beiden Seiten des Rheins und später die Formationen Rußlands, das in Beziehung auf ältere Formationen wohl das klassische Land werden wird, indem sie hier fast in ursprünglicher horizontaler Lagerung sich finden. Ein Prachtwerk über Rußland ist erst vor wenigen Monaten erschienen. Mit Sedgwick gemeinschaftlich hatte Murchison früher die östlichen Alpen namentlich untersucht, und wenn diese Untersuchung auch im Einzelnen flüchtig war, so ging daraus doch die Bestätigung der von Anderen schon ausgesprochenen Ansicht hervor, daß der die Centralketten umgebende Gürtel secundärer Schichtgebilde nicht, wie man früher glaubte, älteren Formationen, sondern namentlich dem Jura und der Kreide zugezählt werden müsse.

§. 1578. De la Bèche hat sich besondere Verdienste durch Herausgabe eines vortrefflichen Lehrbuches, sowie durch die Festigkeit erworben, womit er auf consequenter Durchführung naturgemäßer Darstellung der Beobachtungen

beharrte. Seine theoretischen Arbeiten zeichnen sich besonders durch reiche Detailkenntniß und scharfe, darauf gebaute Schlußfolgerung aus, und namentlich suchte er auch durch die That zu beweisen, daß unsere graphische Darstellung geologischer Verhältnisse meist schief und ungenau ist, weil wir bei Zeichnung kleinerer Profile genöthigt sind, die Höhenmaße ungemein im Verhältniß zu den Längenmaßen zu übertreiben. In neuester Zeit hat de la Bèche gigantische Durchschnitte englischer Gegenden angefertigt, in welchen die Verhältnisse der Natur ganz in gleichem Maßstabe wiedergegeben sind. Der Anblick dieser höchst genauen Profile ist ungemein lehrreich, indem die Hebungen wirklich nur als sehr allmähliche Abweichungen von der Horizontalität erscheinen.

Lyell ist, außer seinen einzelnen monographischen Arbeiten über Eng- §. 1579.
land, Schweden, Sicilien und ganz neuerdings Nordamerica, besonders zu erwähnen durch eine eigenthümliche Richtung in der theoretischen Geologie, welche er eingeschlagen, und in seinen Principles of Geology vertheidigt hat. Alle geologischen Phänomene sollen, diesem Werke zufolge, nur durch die noch heute wirkenden Ursachen hervorgebracht worden sein, und zwar sollen diese Ursachen stets in gleichem Maße, in gleicher Stärke, in gleichem Umfange, wie jetzt, gewirkt haben. Offenbar ist diese Behauptung zu weit getrieben; — denn wenn auch nicht geleugnet werden kann, daß jetzt noch dieselben Ursachen wirken, die früher thätig waren, so ist auf der anderen Seite unverkennbar, daß das Maß der Wirkung in verschiedenen Zeiten verschieden war. Die vulcanischen Erscheinungen der Jetztwelt hängen von derselben Grundursache ab, wie die Hebungen der Gebirge, nämlich von der Einwirkung feuerflüssiger Massen auf die oberflächlichen Gebilde, allein das Maß dieser Einwirkungen ist offenbar ein anderes. Man ist deshalb genöthigt, hier, wie an so vielen Orten, die Uebertreibung der theoretischen Ansichten zurückzuweisen und das Gute aufzunehmen, das wesentlich darin besteht, daß Lyell den langsamen Einfluß jetzt kaum merklicher Kräfte hervorgehoben und gezeigt hat, wie diese in unendlich langen Reihen von Jahren ungemeine Wirkungen haben hervorbringen können. Er ist dadurch wirksam der Geringschätzung dieser in der Stille fortarbeitenden Agentien entgegengetreten und hat auch in seinem Vaterlande speciell das Verdienst, der stets von Neuem auf die Geologie mit den Büchern Mosis in der Hand anstürmenden Theologie entgegengetreten zu sein.

Wir hatten die Geschichte der Geologie in Frankreich bis zu dem Auf- §. 1580.
treten der Schüler Werner's in diesem Lande verfolgt, und es liegt uns nun ob, die nähere Vergangenheit kurz zu erwähnen. Hier zeigt sich denn etwa gleichzeitig mit Smith in England eine Anbahnung derselben Rich-

tung in der Geologie durch die Verbindung zweier Männer, deren Einer mehr die Versteinerungen der höheren Klassen, der Andere diejenigen der niederen Wirbellosen und die eigentlich geologischen Verhältnisse berücksichtigte. Diese beiden Männer waren G. Cuvier und Alex. Brongniart. Beide studirten vereinigt die Umgebungen von Paris und erkannten, daß dieselben von der Kreide, sowie von den neueren Bildungen unterschieden werden müßten. Von Cuvier's unsterblichen Verdiensten um die Paläontologie wird später die Rede sein, während Brongniart seiner mehr geologischen Richtung wegen hier zu berücksichtigen ist. Brongniart war eigentlich der Entdecker der Tertiärgebilde, die er nicht nur in Frankreich, sondern auch in Italien verfolgte und durch ihre organischen Einschlüsse unterscheiden lehrte. Durch die Entdeckung von Fossilien sehr junger Formationen in den Alpen der Umgegend des Genfer See's (Diablerets, Montagne des Fis) gab Brongniart der Klassification der alpinischen Gesteine eine ganz neue Richtung, und überhaupt verdankt man seiner Anregung die genauen Untersuchungen, welche in den letzten dreißig Jahren über die sämmtlichen Tertiärgebilde geführt wurden.

§. 1581. Die Bergwerksschule war unter Brochant de Villiers mit der Anfertigung einer geologischen Karte Frankreichs beauftragt worden, welche zwei jungen Männern, Dufrénoy und Elie de Beaumont, übertragen wurde. Seit wenigen Jahren erst ist dieses Riesenwerk, eine Folge jahrelanger Wanderungen und Beobachtungen, vollendet und bildet die Basis aller neueren geologischen Arbeiten in Frankreich. Die Beschreibung dieser Karte umfaßt in einem starken Quartbande bis jetzt nur die älteren Formationen bis zum Steinkohlengebirge und die Beschreibung einiger isolirter Gebirgsgruppen, namentlich der Vogesen. Dufrénoy hatte besonders das westliche Frankreich, E. de Beaumont die östliche Hälfte übernommen. Es würde in einem Lehrbuche, das zum Theil nach den Vorlesungen dieses letzteren bearbeitet ist, nicht wohl stehen, wollte man die Verdienste dieses Mannes näher schildern, der jetzt allgemein, wie Fr. Hoffmann sich ausdrückt, für den ausgezeichnetsten und talentvollsten der jüngeren Geognosten gilt. Außer den Ansichten über die Hebungssysteme, welche der ganzen neueren Geologie eine andere Gestalt geben, sind namentlich Beaumont's Arbeiten über die Alpen, über den Aetna, den Cantal und Mont d'Or zu nennen, und jetzt die Ausarbeitung eines auf dem umfassendsten Plane beruhenden Handbuches der Geologie unter dem Titel: »Leçons de géologie pratique,« dessen erster, bis jetzt erschienener Band sich lediglich mit den Anschwemmungen und Delta's beschäftigt und eine vollständige Sammlung man kann wohl sagen aller bis jetzt bekannten Thatsachen enthält.

§. 1582. Unter dem Einflusse der beiden genannten Männer besonders wurde

das mehr geognostische Studium in Frankreich wieder rege, während man bisher sich wesentlich mit Petrefactenkunde beschäftigt hatte. Im Jahre 1830 wurde die geologische Gesellschaft von Frankreich gestiftet, in welcher namentlich Constant Prévost, d'Archiac, de Verneuil, Desnoyers, Pouillon-Boblaye, Rozet, Virlet und vor Allen Boué im Anfang thätigen Antheil nahmen. Die meisten dieser Männer begannen ihre Laufbahn mit Untersuchungen im Pariser Tertiärbecken selbst und erweiterten später dieselben in anderen Gegenden. C. Prévost ist fast der einzige Vertheidiger der Lyell'schen Ansichten in Frankreich, und Boué verdient besonders deshalb nähere Berücksichtigung, weil er, in Schottland gebildet, früher in Deutschland sich genauer umsah und zuerst die Parallelisirung der deutschen geschichteten Gesteine mit den englischen unternahm. Die Arbeiten der genannten Männer und vieler anderer Mitglieder der geologischen Gesellschaft finden sich in den Bulletins dieser Gesellschaft, sowie in ihren Memoiren und in manchen Reisewerken, worunter namentlich das über Griechenland zu nennen ist. Es würde zu weit führen, hier näher auf dieselben einzugehen.

Die Schweiz ist in jeder Beziehung, besonders aber in geologischer, eines §. 1583.
der merkwürdigsten Länder des europäischen Continentes, indem sie nicht nur die Hauptmasse der Alpen, sondern auch den gegenüberstehenden Kamm des Jura in sich faßt und so auf einem kleinen Flächenraume sehr entgegengesetzte Hebungssysteme und Bergketten in scharf ausgesprochener Eigenthümlichkeit erkennen läßt. Indessen sind gerade diese beiden Gebirgsketten so wesentlich von einander verschieden, daß man fast die schweizerischen Geologen der neueren Zeit in zwei Gruppen theilen könnte, nämlich in die jurassischen und alpinischen Geognosten. Der erste Schritt zur genaueren Kenntniß der jurassischen Formationen und zur umständlichen Parallelisirung derselben war freilich in dem würtembergischen Jura durch den Grafen von Mandelslohe geschehen, während frühere Arbeiten von Peter Merian, Rengger und Anderen die Eigenthümlichkeiten der jurassischen Ketten in der nördlichen Schweiz näher kennen gelehrt hatten. Vorzüglich der Erstere dieser Gelehrten hatte den wesentlichsten Einfluß auf das spätere Studium der jurassischen Bildungen, da er die einzelnen Formationen derselben, welche er namentlich in dem so vielfach zerrissenen Jura der Basellandschaft mit großer Schärfe unterschied, so vollständig kennen lehrte, daß später die Parallelisirung derselben mit der englischen Gesteinsfolge sich von selbst ergab. Ihm folgte in der neueren Zeit Thurman, der speciell den bernischen Jura näher beschrieb, die einzelnen Schichten durch die darin enthaltenen Versteinerungen charakterisirte, und besonders die Structur der

Erhebungsdome und der Aufreißungsthäler in ihrer Gesammtheit kennen lehrte.

§. 1584. Einen neuen Schritt in der Kenntniß des Jura that Greßly in seinen Abhandlungen über den solothurner Jura, indem er besonders aus der Lebensweise der eingeschlossenen Fossilien auf die specielle Natur und die Art des Absatzes einer jeden Schicht zu schließen suchte. Er umgränzte auf diese Weise genau die Korallenriffe und Muschelbänke der verschiedenen jurassischen Formationen und wies nach, daß man in jeder derselben je nach den Versteinerungen und der Natur des Gesteines selbst ruhige Strandbildungen, Brandungsbildungen und Absätze aus seichten oder tiefen Seen unterscheiden könne, daß man sonach nicht nur die Gränzen des Meeres in jeder speciellen Epoche, sondern auch die übrigen Verhältnisse, unter welchen sich eine specielle Schicht gebildet habe, wieder herstellen könne. Zugleich wies Greßly mit ungemeiner Detailkenntniß nach, daß eine jede Schicht der jurassischen Formationen durchaus verschiedene Versteinerungen besitze, und es somit keine besonderen Leitmuscheln gebe, sondern ein jedes Petrefact für eine bestimmte Schicht charakteristisch sei.

§. 1585. In den alpinischen Untersuchungen schien mit Saussure's Untersuchungen Alles erschöpft zu sein, bis die Arbeiten v. Buch's und die daraus hervorgehenden Ansichten über das verhältnißmäßig junge Alter der Alpen auch durch Brochant de Villiers und Elie de Beaumont eine erneuerte Stütze erhalten hatten. Vorher hatte Ebel Ansichten über die Structur der Alpen veröffentlicht, welche eben zu denjenigen Productionen gehörten, die man in den Zeiten der Naturphilosophie geistreich nannte. Bessere Untersuchungen gab zuerst Lardy, der sich besonders die Umgebung des St. Gotthardt zur speciellen Aufgabe seines Studiums wählte und von dieser eine auch noch in unserer Zeit brauchbare Karte lieferte.

§. 1586. Alle übrigen Forscher im Alpengebirge wurden jedoch zurückgelassen durch die Bestrebungen zweier Männer, welche auf gemeinschaftlichen Reisen alljährlich das Gebirge durchstreiften und die so verwickelten Structurverhältnisse desselben Schritt für Schritt mit ausgezeichneter Ausdauer verfolgten. Der ältere dieser Männer, Bernhard Studer, hatte zuerst in einer ausführlichen Monographie der Molasse die Lagerungsverhältnisse dieser Formation bis in das Einzelnste verfolgt und namentlich das verhältnißmäßig äußerst geringe Alter dieser Bildung nachgewiesen. In einer späteren Arbeit über die westlichen Schweizeralpen hatte Studer besonders die Gebirgsmasse des Wildhorns untersucht und nachgewiesen, daß an vielen Stellen die geschichteten Gesteine keilartig in den Granit eindringen, der sie von allen Seiten umgiebt. Das junge Alter vieler Glimmerschiefer der Alpen wurde durch das Vorkommen jurassischer Versteinerungen in denselben nachgewiesen.

§. 1587. Später beschäftigte sich Studer gemeinschaftlich mit A. Escher von

der Linth während mehrer Jahre mit der Untersuchung der Alpen in Graubündten, wo beide Forscher die umfassendsten Metamorphosen der geschichteten Gesteine in krystallinische Gebilde nachwiesen, und dadurch die Basis zu einer ganz neuen Betrachtungsweise der alpinischen Gesteine überhaupt legten. Es wird durch diese Untersuchungen mehr und mehr wahrscheinlich, daß alle Gesteine der westlichen Alpen, ohne Ausnahme, selbst die granitischen Centralkerne, aus metamorphosirten geschichteten Gesteinen hervorgegangen sind, und daß die hebende Gebirgsart nirgends eigentlich zu Tage gekommen ist. Studer namentlich hat seine Untersuchungen über die ganze Alpenkette ausgedehnt, und es sind von diesem ausgezeichneten Forscher, der zugleich die gründlichste mathematische und physikalische Vorbildung zu seinen Studien mitbringt, noch die lehrreichsten Aufschlüsse über das verwickeltste aller Gebirgssysteme, dasjenige der Alpen, zu erwarten.

Eine ganz neue Seite wurde der Geologie abgewonnen durch die neueren §. 1588.
Untersuchungen über die erratischen Erscheinungen, welche namentlich von der Schweiz aus mit regem Eifer betrieben wurden und in der gegenwärtigen Zeit eine Hauptfrage in der geologischen Wissenschaft bilden. Gegenüber der v. Buch'schen Theorie, welche die Findlinge durch gewaltige Ströme fortschaffen ließ, hatte Venetz zuerst behauptet und durch Beobachtungen nachgewiesen, daß die Gletscher früher eine weit bedeutendere Ausdehnung gehabt hätten, als sie jetzt besitzen, und daß durch sie die Findlinge in entfernte Gegenden geschafft worden seien. Man hatte diese Ansicht unbeachtet gelassen, bis Charpentier sie von Neuem aufnahm, und mit erweiterten Gründen zu unterstützen suchte. Die Behauptung Charpentier's, der durch eine ausgezeichnete Monographie der Pyrenäen seinen Ruf als Geologe begründet hatte, erregte größeres Aufsehen, um so mehr, als er bald mehre andere schweizerische Geologen, namentlich aber Agassiz in Neufchatel, von der Richtigkeit seiner Behauptungen überzeugte. Charpentier selbst ließ ein größeres Werk über die Gletscher und die Findlinge des Rhonegebietes erscheinen, welchem ein ähnliches Werk von Agassiz unter dem Titel »Untersuchungen über die Gletscher« noch vorausging. Die Ansichten, welche wir in dem letzten Abschnitte des ersten Bandes und im Anfange des zweiten kürzlich auseinandergesetzt haben, wurden jetzt bald zu einer Streitfrage, die eine unendliche Literatur zur Folge hatte, und stets weiter greifende Untersuchungen veranlaßten, unter welchen sich namentlich die von Agassiz durch größeren Umfang auszeichneten.

Die geognostischen Bestrebungen der Italiener hatten sich besonders, wie §. 1589.
dies nicht anders zu erwarten ist, mit den vulcanischen Erscheinungen ihres Vaterlandes beschäftigt. Uebrigens blieben diese Bestrebungen im Allge=

meinen ziemlich vereinzelt, da der wissenschaftliche Verkehr Italiens mit den übrigen Ländern Europa's noch immer nicht hinlänglich hergestellt ist, um gegenseitige Verständigung zu erzielen. Erst in der neuesten Zeit schlossen sich die Italiener, besonders aber die norditalienischen Forscher dem Fortschritte der Wissenschaft an, und während Pasini besonders die Hebungserscheinungen in den lombardischen Alpen verfolgte, suchte de Colegno sämmtliche Beobachtungen über die geognostischen Verhältnisse Italiens in einer übersichtlichen Karte zusammenzufassen, die manchen Widerspruch und Streitigkeiten veranlaßte. Unter den neueren Forschern dürften besonders Sismonda in Turin und Pilla in Pisa als sehr thätig für die Geologie ihres Vaterlandes hervorgehoben werden. In den übrigen Ländern Europa's könnte kaum von geologischen Bestrebungen die Rede sein; ausgenommen in Scandinavien, wo viele bedeutende Forscher wirken, unter welchen namentlich Keilhau, Forchhammer und Hisinger zu nennen sind.

§. 1590. In Nordamerica konnte begreiflicher Weise erst in der neuesten Zeit das Studium der Geologie einigen Aufschwung gewinnen, während jetzt nicht verkannt werden kann, daß ein reges Streben nach geologischer Forschung unter den Nordamericanern erwacht ist. Viele der östlichen Staaten haben sogar eigene Staatsgeologen angestellt, welche beauftragt sind, die Structur des Bodens zu erforschen und namentlich die Nachforschungen nach Materialien zu lenken, welche der Industrie dienen können. Es sind schon mehre Schriften von Rogers, Hitchcock u. s. w. über die Geologie einzelner Staaten aus diesen Aufträgen hervorgegangen, und bei dem regen Eifer, womit gerade jetzt die älteren Formationen, die in Nordamerica eine bedeutende Ausdehnung haben, studirt werden, darf man erwarten, daß von Nordamerica her noch manche Aufschlüsse uns kommen werden.

---

§. 1591. Wir haben in dem Vorhergehen die Fortschritte der mehr geologischen Forschungen in den letzten Jahren kurz angedeutet und dürfen zum Schlusse dieser Darstellung nur noch auf diejenigen Gegenstände aufmerksam machen, welche in der gegenwärtigen Zeit hauptsächlich von den verschiedenen Forschern in Betrachtung gezogen werden. Die theoretischen Speculationen, dies können wir der Wissenschaft zu ihrem Lobe nachsagen, sind so ziemlich von der Tagesordnung verdrängt und nur von Zeit zu Zeit wird ein Versuch gemacht, dieselben zu erneuern. Die specielleren Untersuchungen der Geologen und Geognosten sind wesentlich den älteren Formationen zugewandt, die man in der neueren Zeit genauer kritisch zu sichten beginnt, zumal da man namentlich in Rußland normale Typen als Anhaltspunkte für diese Formationen gewonnen hat und die dort erhaltenen Resultate auf an-

dere Länder anzuwenden sucht. Die Untersuchung dieser älteren Gesteine führt ganz natürlich auf eine Frage, welche von dem wesentlichsten Einflusse für die theoretische Geologie ist. Dieser Gegenstand ist der Metamorphismus, der in seiner Allgemeinheit alle diejenigen inneren Veränderungen betrifft, welche nachträglich nach der Ablagerung der Schichten in denselben vorgingen. Die einzelnen Fragen über Dolomitisirung, über Umwandlung geschichteter Gesteine in mehr oder minder krystallinische Gebilde sind nur einzelne Theile des Metamorphismus im Ganzen, der noch jetzt manche Gegner findet, obgleich die vorragendsten Männer die Grundsätze desselben vertheidigt haben. Es ist zu erwarten, daß die nächste Zeit vom experimentellen Standpunkte aus Aufschlüsse über diese Fragen bringen wird, die vielleicht bündiger ausfallen mögen, als dies bis jetzt geschah, wo man hauptsächlich nur die in der Natur selbst gebotenen Verhältnisse studirte.

Der Metamorphismus findet eine seiner wesentlichsten Wirkungsstätten §. 1592.
in den Alpen, deren verwickelte Structur noch immer ein ungelöstes Problem für die Geologen ist. Die Parallelisirung der Schichten in den Alpen wird um so schwieriger, als die Versteinerungen meistens darin nur selten und obendrein noch schlecht erhalten sind. Je größer die Schwierigkeiten aber, desto lebhafter ist auch der Wunsch sie zu lösen, und deshalb bleiben die Alpen noch immer ein reiches Feld zu fernerer Ausbeute. Wir haben oben schon auseinandergesetzt, wie auch in diesem Gebirgszuge namentlich die Ansichten über das parallele Streichen und die unveränderten Richtungslinien sich erwahren müssen, und auch aus diesem Grunde wird das Studium der Alpen eine Hauptfrage für die Gegenwart und nächste Zukunft bilden.

Ein fernere Streitfrage ist diejenige über die Verbreitung der erratischen §. 1593.
Bildungen und deren Ursache. Auch hier liegt die Lösung des Streites noch nicht so nah, als manche Forscher glauben möchten, und nur fortgesetzte Beobachtungen können die Widersprüche lösen, in denen man sich jetzt noch verwickelt sieht.

Außer diesen Gegenständen, welche besonders auf dem Continente Eu- §. 1594.
ropa's die Aufmerksamkeit der Forscher in Anspruch nehmen, ist die Untersuchung entfernterer Länder eine wesentliche Aufgabe der Geologen. Schon in Spanien und Rußland geht uns die specielle Kenntniß der Details ab, welche wir von England, Frankreich, Deutschland, Scandinavien und Italien haben, und je weiter wir von diesen Ländern aus unsere Kreise ziehen, desto geringer und unbestimmter werden die Thatsachen, welche uns zu Gebote stehen. Aus diesem Grunde namentlich aber wird das geologische Studium noch lange Zeit in den Händen einzelner Bevorzugter bleiben, welche in den Stand gesetzt sind, weitere Reisen zu übernehmen. Der Geologe kann die Gegenstände seiner Untersuchung nun einmal nicht in sein Cabinet mit sich führen, sondern muß zu ihrer Untersuchung sich an

Ort und Stelle begeben. Er ist vorzugsweise darauf angewiesen, reisender Naturforscher zu sein, und dies mag mit der Grund sein, weshalb bei der jetzigen vergleichenden Richtung der Geologie die deutschen Forscher in Betreff größerer übersichtlicher Arbeiten zurückstehen, da ihre Verhältnisse meistens nicht der Art sind, daß sie längere Reisen unternehmen könnten.

---

§. 1595. In der Geschichte der Paläontologie kann man füglich zwei Epochen unterscheiden, nämlich einerseits die unwissenschaftliche Zeit, während welcher man sich vor Allem an das Wunderbare und Auffallende hielt und die Formen der einzelnen Versteinerungen ohne weitere vergleichende Untersuchungen, nur dem Zuge der Neugierde folgend, abzubilden und zu beschreiben suchte, und ferner die neuere wissenschaftliche Epoche, in welcher man einsah, daß nur genaues vergleichendes Studium der lebenden Geschöpfe Aufschlüsse über die fossilen Reste geben können, und in welcher man zugleich die Wichtigkeit der Lagerungsverhältnisse und der genauen Bestimmung der Schicht, in der die Fossilen sich finden, bestimmter einsah und auffaßte. Die älteren paläontologischen Werke und selbst viele aus der neueren Zeit sind wahrlich nur dadurch interessant, daß sie genaue Abbildungen von seltenen Versteinerungen liefern, die man nach den neueren Principien wieder erkennen und klassificiren kann. So sehen wir denn während einer langen Zeit das Feld der Versteinerungen hauptsächlich in den Händen tüchtiger Zeichner und Maler, die zuweilen auch ganz richtige Ansichten über die Natur dieser Versteinerungen hatten, aber doch ihre speciellen Eigenthümlichkeiten nicht mit derjenigen Schärfe zu begründen wußten, wie es die Wissenschaft verlangen mußte.

§. 1596. Dieser gleichsam pittoresken Periode der Wissenschaft gehören namentlich viele ältere Arbeiten aus Italien an, unter welchen besonders Scilla sich auszeichnete. Es hatten diese älteren Maler wenigstens das Verdienst, daß sie mit überzeugender Gewißheit nachwiesen, inwiefern die Versteinerungen nicht Erzeugnisse einer plastischen Kraft der Natur seien, sondern wirklichen Thieren angehörten, die mit den jetzt lebenden viele Aehnlichkeit hatten. In Deutschland sind die vorzüglichsten Repräsentanten dieser pittoresken Periode H. Knorr in dem vorigen, und v. Zieten in unserem Jahrhundert; — vieler Anderen nicht zu gedenken, die ohne weitere Kenntniß eben Alles zeichneten und malten, was ihnen unter die Hände kam. Es ist vielleicht nicht überflüssig, hier zu bemerken, daß gar viele dieser älteren Abbildungen trotz ihrer schönen Ausführung dennoch nur dann kenntlich sind, wenn sie Arten darstellen, die ganz ausgezeichnete Charaktere besitzen, während sie völlig unbrauchbar werden, wenn man nahe verwandte Species in ihnen zu unterscheiden sucht. Die feineren Merkmale nämlich, deren

der Zoologe sehr oft bedarf, um verwandte Species von einander zu trennen, sind in solchen Abbildungen nur mangelhaft angegeben, und fehlen öfters gänzlich.

In der neueren wissenschaftlichen Periode der Petrefactenkunde können §. 1597.
wir füglich wieder die große Menge der Bearbeiter in drei Hauptgruppen vertheilen, je nachdem dieselben sich nämlich mit fossilen Pflanzen, mit wirbellosen Thieren oder mit Wirbelthieren beschäftigt haben. Es ist jetzt wohl allgemein anerkannt, daß eben nur die Botaniker, die Zoologen und die vergleichenden Anatomen von Fach berechtigt sind, in der Petrefactenkunde ein Wort mitzusprechen, und daß nichts dieser Wissenschaft mehr Schaden gebracht hat, als die Sammler, die Geologen und die Dilettanten, welche ohne gründlichere Vorbildung, ohne die genaueste Kenntniß der lebenden Natur sich mit den fossilen Pflanzen und Thieren beschäftigten. Es hat dies besonders deshalb Schaden gebracht, weil eben ohne die genaueste Kenntniß des jetzigen Standes der Zoologie und Botanik man unmöglich wissen kann, welche äußere Charaktere die wichtigeren, welche hingegen die unwesentlicheren seien; — weil es ferner unmöglich ist, die oft so unvollkommenen Reste der fossilen Thiere genauer zu bestimmen, ohne ein Bild des ganzen Organismus, welchem sie angehörten, vor den Augen zu haben. Eine Menge geologische Abhandlungen sind mit paläontologischen Notizen angefüllt, die für diese Wissenschaft durchaus unbrauchbar sind, und einen unbrauchbaren Ballast bilden, der immer von Neuem wieder nachgeschleppt werden muß.

Es wurde schon oben bemerkt, daß Lister hinsichtlich der fossilen §. 1598.
Schalthiere der Erste war, welcher auf eine genaue vergleichende Untersuchung mit den jetzt lebenden Mollusken drang, und auf den Unterschied der versteinerten Thiere von den lebenden aufmerksam machte. Allmählich begannen die Conchyliologen in ihren zoologischen Systemen auf die Versteinerungen Rücksicht zu nehmen, doch wurde dies erst dann vollständig ausgeführt, nachdem Lamarck sich genauer mit den Versteinerungen der Umgegend von Paris beschäftigt hatte. Die Arbeiten Brongniart's und Smith's hatten auf die Wichtigkeit der genaueren Bestimmung der Lagerung der Fossilien aufmerksam gemacht, und so ging von nun an die zoologische Bearbeitung mit der geologischen Hand in Hand. Lamarck selbst betrachtete die Versteinerungen in seinem Werke über die wirbellosen Thiere durchaus nur vom zoologischen Standpunkte aus, indem er ihre genaue Bestimmung als Species versucht und sie ihrer Verwandtschaft nach an den gehörigen Platz unter den lebenden Arten einreiht, ohne viel sich um ihre geognostische Lagerstätte zu kümmern.

Von den Nachfolgern und Schülern Lamarck's wurden nun nament- §. 1599.
lich die Einschlüsse des Tertiärbeckens von Paris mit großer Sorgfalt un-

tersucht, und genauer bestimmt. So entstanden die Arbeiten von Defrance und Deshayes, welcher Letztere namentlich die fossilen Muscheln und Schnecken des Pariser Tertiärbeckens sehr vollständig untersuchte. Eine spätere Arbeit von Deshayes ist diejenige über die Tertiärschichten im Allgemeinen, wo er in Verbindung mit Lyell dieselben nach den Procenten der identischen Muscheln in drei Abtheilungen bringt. Die älteren Tertiärschichten sollen dieser Arbeit Zufolge drei Procent lebender Muscheln enthalten, die mittleren etwa achtzehn Procent und die jüngsten Tertiärgebilde wenigstens dreißig Procent. In der neuesten Zeit werden diese Behauptungen vielfach bestritten, und es ist noch zu erwarten, inwiefern dieselben unter den Händen neuerer Bearbeiter bestehen oder fallen werden.

§. 1600. Aehnliche Arbeiten, wenn auch nicht so ausgedehnt als diejenige von Deshayes über das Pariser Tertiärbecken, führte Basterot über das Tertiärbecken von Bordeaux, Bronn über das Subapenninengebilde, Philippi über die sicilianischen neueren Formationen aus, so daß durch diese und die sehr bedeutende Arbeit von Brocchi über die Subapenninenversteinerungen die fossilen Muscheln der Tertiärzeit ziemlich vollständig bekannt sind.

§. 1601. Die Einschlüsse der secundären Formationen wurden besonders in England, später auch in Deutschland und der Schweiz genauer untersucht und zwar besonders mit Hinblick auf die einzelnen Formationen, die man nach dem Vorgange Smith's unterschied. So lehrte Philipps namentlich die fossilen Muscheln des Jura und des Zechsteins, später auch diejenigen der älteren Uebergangsformationen in England kennen, Römer die Versteinerungen des norddeutschen Jura und der Kreide, Pusch diejenigen von Polen, Reuß die Versteinerungen der böhmischen Kreide, Dubois de Montpéreux die Fossilien der Tertiärformation Podoliens, Geinitz diejenigen des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges.

§. 1602. Die Versteinerungen der Uebergangsgebilde, wie der ganzen paläozoischen Gruppe, haben besonders in der jüngsten Zeit, wo man die einzelnen Formationen strenger zu scheiden begann, viele Bearbeiter gefunden, worunter namentlich zu nennen sind: Dalman und Hisinger durch ihre Bearbeitungen der älteren schwedischen Fossilien; — der paläontologische Theil von Murchison's »Silurian system«; — die Paläontologie von Rußland von Murchison, E. de Verneuil und Graf Keyserling; — die Arbeiten von Beyrich, Höninghaus, Steinberger, d'Archiac und de Verneuil, über Eifeler Versteinerungen und endlich das ganz ausgezeichnete Werk von Koninck über die Thierversteinerungen der belgischen Steinkohlenformation, das in Hinsicht des Textes wie der Tafeln gleich vollendet zu nennen ist.

§. 1603. Was einzelne Klassen der wirbellosen Thiere betrifft, so sind hier na-

mentlich zu nennen: über die Infusorien Ehrenberg, der leider noch nicht auf dem Standpunkte der neueren Paläontologie angelangt ist und viele fossile Infusorien mit lebenden identificirt, die sehr oft wohl zu unterscheiden sind; — über die Polypen von Milne-Edwards, der zugleich der einzige wissenschaftliche Bearbeiter dieser Klasse ist; über fossile Crustaceen besonders Al. Brongniart und Desmarest, sowie später Burmeister über Trilobiten, H. von Meyer und Graf von Münster über Crustaceen der secundären Formationen; Germar über die versteinerten Insecten Solenhofens, Berendt über diejenigen des Bernsteins; Blainville, Voltz, d'Orbigny, und ganz neuerdings Owen über Belemniten und deren Thiere. Monographien, welche zugleich der ganzen Richtung der Paläontologie eine neue Wendung gaben, werden wir erst in einem folgenden Paragraphen erwähnen.

Allgemeinere Werke über sämmtliche wirbellose Thiere, wo denn beson- §. 1604.
ders die Mollusken einen vorzüglichen Platz einnehmen, besitzen wir von Parkinson und Sowerby über England, Goldfuß und ganz neuerdings Quenstedt über Deutschland, Hisinger über Schweden. Einige dieser Werke stellen sich mehr auf den geologischen Standpunkt, indem sie namentlich die Formationen berücksichtigen und die genauere Bestimmung der Schichten, in welchen sich die Versteinerungen vorfinden, während andere, wie namentlich Goldfuß, dessen Abbildungen besonders ausgezeichnet sind, sich mehr auf den zoologischen Standpunkt stellen und die genauere Bestimmung der Lagerungsverhältnisse vernachlässigen. Von allen diesen Werken, die zur genaueren Bestimmung der fossilen Arten einen großen und bleibenden Werth haben, kann man indeß nicht sagen, daß sie neue Gesichtspunkte in die Wissenschaft eingeführt, neue Richtungen in derselben angebahnt hätten. Es giebt indeß einige Männer, welche wesentlichen Einfluß auf die Kenntniß der Versteinerungen dadurch ausübten, daß sie einzelne Klassen kritisch bearbeiteten und entweder das bisher noch unbearbeitete Material in überraschender Vollständigkeit kennen lehrten, oder auch namentlich neue Gesichtspunkte aufstellten, nach welchen fernerhin auch in anderen Klassen gearbeitet wurde.

Vor Allen ist hier der Meister der heutigen Geologie L. v. Buch zu §. 1605.
nennen, der sich zuerst mit den Ammoniten, dann mit den Brachyopoden und besonders den Terabrateln genauer beschäftigte. Namentlich in der ersteren Gruppe lehrte v. Buch die wesentlichen Charaktere kennen, die man vorher gänzlich übersehen hatte, und unterschied darnach Familien, welche zugleich eine überraschende Beziehung zu den Verbreitung der Ammoniten in den Secundärschichten zeigen. Man kann dies Bestreben, die zoologische Klassification mit der zoologischen Entwickelungsfolge in Einklang zu bringen, als einen wesentlichen Fortschritt in der Paläontologie betrach-

ten, der von L. v. Buch angebahnt, von Agassiz fortgeführt wurde. Denn als gleichumfassend und nicht minder bedeutungsvoll für die Zoologie wie für die Geologie darf man die Untersuchung der Echinodermen durch Agassiz bezeichnen, in welchen nicht nur die fossilen, sondern auch die lebenden Arten mit gleicher Genauigkeit und Gründlichkeit bearbeitet, in Beziehung auf die Lagerungsstätte der ersteren die genauesten Unterabtheilungen der Formationen berücksichtigt und ferner die Entwickelung der Gestalten in der Reihe der einzelnen Formationen in Uebereinstimmung mit der Ausbildung der zoologischen Charaktere betrachtet ist.

§. 1606. Die neuere Zeit hat mehre allgemeine Werke über Petrefactenkunde entstehen sehen, von welchen einige zwar auch die Wirbelthiere umfassen, die wir aber schon jetzt hier erwähnen, weil dennoch der Hauptgegenstand derselben die wirbellosen Thiere sind. Durch große Vollständigkeit der bekannten Thatsachen zeichnet sich hier besonders die Lethaea von Bronn aus, welche unleugbar sehr viel zur Ausbreitung des paläontologischen Studiums beigetragen hat, da der Atlas eine bedeutende Sammlung von Abbildungen der charakteristischen Versteinerungen nach den Formationen geordnet giebt. In der neuesten Zeit erschien, leider freilich mit durchaus unvollständigen Abbildungen ausgestattet, ein jetzt vollständiges Werk von Pictet, das namentlich vom zoologischen Standpunkte aus die Versteinerungen aller Klassen mit großer Vollständigkeit behandelt, und endlich in Frankreich ein prachtvolles Kupferwerk, dem Deutschland leider bis jetzt kein ähnliches an die Seite stellen kann, nämlich d'Orbigny's „Paléontologie française“, welche die fossilen Mollusken und Strahlthiere behandelt und zugleich dadurch besondere Berücksichtigung verdient, daß sie einen neuen Standpunkt hinsichtlich der Versteinerungen einnimmt. D'Orbigny behauptet nämlich, daß alle Versteinerungen ohne Ausnahme charakteristisch seien, daß es keine Art gebe, welche wirklich in zwei verschiedenen Formationen oder in zwei Schöpfungsepochen gelebt habe, und daß somit die Behauptung identischer Arten in verschiedener Formationen nicht stichhaltig sei.

§. 1607. Die Kenntniß der fossilen Wirbelthiere lag in früherer Zeit noch weit mehr im Argen, als diejenige der wirbellosen Thiere und zwar aus dem einfachen Grunde, weil zur Bestimmung der fossilen Knochen und Zähne eine noch weit genauere Kenntniß des inneren Baues der Thiere nöthig war, als zur Bestimmung der fossilen Muscheln und Schnecken. Eine wirklich wissenschaftliche Bearbeitung der fossilen Wirbelthiere datirt erst von dem Augenblicke an, wo Cuvier sich einer Bearbeitung derselben unterzog. Das Werk dieses ausgezeichneten Naturforschers über die fossilen Knochen ist unstreitig eines der schönsten Denkmäler, welches sich der menschliche Geist in den beschreibenden Naturwissenschaften gesetzt hat, und

sein Einfluß nicht nur auf die Paläontologie, sondern auch auf die vergleichende Anatomie der lebenden Thiere noch jetzt unberechenbar. Cuvier begann zuerst mit der Untersuchung der fossilen Säugethierknochen, die sich in den Tertiärschichten des Pariser Beckens finden, und verfuhr in dieser Untersuchung in der Art, daß er die genaueste Vergleichung aller Einzelnheiten im Baue der Knochen mit den Knochen verwandter lebender Thiere sich zur Aufgabe machte. Indem er so die Charaktere kennen lernte, welche verschiedenen Geschlechtern und Arten zukommen, konnte er sich mit Bestimmtheit darüber aussprechen, ob die fossilen Knochen einer lebenden oder ausgestorbenen Art, einem lebenden oder ausgestorbenen Geschlechte angehören. So ging dann als erstes allgemeines Resultat dieser bewundernswürdigen Arbeit der Grundsatz hervor, daß die fossilen Säugethierknochen alle ausgestorbenen Arten angehörten, und daß die Zahl der ausgestorbenen Geschlechter um so größer werde, je weiter man in den Formationen zurückgreife.

Ein zweiter allgemeiner Grundsatz, den Cuvier aufstellte, ist in neuerer Zeit vielfach bestritten worden, obgleich er im Allgemeinen dennoch seine vollkommene Richtigkeit hat. Man kann diesen Grundsatz unter dem Namen der Correlation der Charaktere bezeichnen. Cuvier behauptete nämlich, die einzelnen Charaktere der Thiere bedingten sich wechselseitig in der Art, daß man aus dem Vorhandensein des einen derselben auf die übrigen schließen könne. Eine gewisse Form der Zähne z. B. sollte nach Cuvier auch eine bestimmte Anordnung der Gliedmaßen des Rumpfes, des Schädels u. s. w. bedingen. Auf diesen Grundsatz gestützt, wagte Cuvier Conjecturen über Thiere, von welchen nur einzelne Bruchstücke bekannt waren. Der Grundsatz an sich ist unleugbar vollkommen richtig. Ein reißendes Thier z. B., das seine Beute mit den Tatzen packen soll, wird niemals ganze oder einfach gespaltene Hufe besitzen. In der speciellen Anwendung aber erleidet dieser Grundsatz deshalb manche Ausnahmen, weil die speciellen Gruppen, die man bis jetzt aufgestellt hat, häufig durchaus nicht mit der Natur übereinstimmen, und deshalb Verbindungen von Charakteren existiren können, welche außerhalb des Bereiches der jetzt bekannten Verbindungen fallen. Uebrigens erkannte Cuvier dies sehr wohl und wandte seinen Grundsatz nur sehr sparsam und in wenigen Fällen an, so daß der Mißbrauch, den einige seiner Nachfolger trieben, ihm sicherlich nicht zur Last gelegt werden kann. §. 1608.

Das Werk von Cuvier, an welchem Laurillard der bedeutendste Mitarbeiter war, beschäftigt sich einzig mit den fossilen Säugethieren und Reptilien und erweckte natürlich den größten Eifer für das Studium dieser beiden Klassen. Alle nachfolgenden Bearbeiter fußten indeß auf den Cuvier'schen Untersuchungen, und wenn sie auch hier und da Berichtigungen und §. 1609.

vielfache Erweiterungen des Vorhandenen gaben, so kann man doch nicht behaupten, daß neue Richtungen von ihnen angebahnt worden wären, während die kritische Richtung des Materials und die Menge desselben überhaupt durch sie einen ungemeinen Zuwachs erhielt. Unter den Nachfolgern Cuvier's für die Klassen der Säugethiere können wir vorzüglich nennen Hermann von Meyer, Kaup, Goldfuß und Jäger, welche die fossilen Säugethiere Deutschlands genauer bearbeiteten. Schmerling untersuchte die Höhlenbewohner Belgiens, Bravard, Croizet, Sobert, Christol und in neuerer Zeit Blainville bearbeiteten die fossilen Säugethiere Frankreichs und Letzterer namentlich wurde in den Stand gesetzt, die reichen Lager von Sansans zu seiner allgemeinen Osteographie zu benutzen. Die fossilen Säugethiere Brasiliens, im Allgemeinen so reich an abweichenden Formen, beutete besonders Lund aus, während die Säugethiere Neuhollands dem ausgezeichnetsten Kenner fossiler Säugethiere und Reptilien anheim fielen, den wir in der jetzigen Zeit kennen. Dieser Mann ist Richard Owen, in dessen Arbeiten wir den würdigsten Nachfolger Cuvier's erblicken müssen.

§. 1610. Um die fossilen Reptilien machten sich außer Cuvier noch die meisten eben erwähnten Forscher verdient. Geoffroy St. Hilaire untersuchte gleichzeitig mit Cuvier und im Widerspruche mit ihm die Teleosaurier des Jura; Bronn und Kaup neuerdings die fossilen Gaviale des Lias; Sömmering und Goldfuß die Pterodaktylen, Jäger, H. v. Meyer und Plieninger die fossilen Reptilien Würtembergs; H. v. Meyer besonders noch viele einzelne Geschlechter aus allen Formationen; Conybeare und zuletzt noch Owen die Enaliosaurier; Mantell die fossilen Eidechsen des Wälderthons, über welche, sowie über eine Menge neuer Reptilien aus anderen Gesteinen Englands, Owen noch zuletzt sehr wichtige Untersuchungen anstellte.

§. 1611. Eine besondere Nennung unter den Arbeiten über fossile Wirbelthiere verdient noch die Monographie der fossilen Fische, welche Agassiz in einem umfassenden Werk und mehren Supplementen vollendet hat, und die gewiß als Bearbeitung einer einzelnen Klasse einzig in ihrer Art dasteht. Die fossilen Fische verdienen in geologischer Hinsicht den ersten Platz unter allen Wirbelthieren, weil sie durch alle Formationen hindurch sich finden, während die übrigen Klassen alle erst später in der Reihe der Formationen beginnen. Das Werk von Agassiz ist nicht nur an und für sich äußerst bemerkenswerth, weil es die vollständige Beschreibung aller bis jetzt bekannten fossilen Fische enthält, sondern auch, weil es zu allgemeinen Folgerungen Veranlassung gegeben hat, welche wirklich neue Richtungen in der Betrachtungsweise der fossilen Thiere begründen.

§. 1612. Eine erste allgemeine Folgerung, welche Agassiz aus seinen umfassen-

den Untersuchungen und Vergleichungen gezogen hat, ist die, daß keine einzige Art fossiler Fische mehr lebend vorkommt, sondern daß alle versteinerten Reste untergegangenen Arten angehören; — ja daß sogar alle Geschlechter, welche man von der Kreide an abwärts in den verschiedenen älteren Schichten findet, vollständig ausgestorben sind. Ebenso giebt es nach Agassiz keinen einzigen Fisch, welcher zugleich in zwei verschiedenen Formationen vorkäme, so daß demnach eine jede Formation durchaus abgesonderte und eigenthümliche Species von Fischen enthält. Gegen diese Behauptung ist bis jetzt noch nicht Einwendung geschehen, und Agassiz hat sie auch für eine andere Klasse, die Echinodermen, nachgewiesen.

Eine zweite allgemeine Ansicht, welche für die Paläontologie im Ganzen §. 1613.
äußerst fruchtbringend zu werden verspricht, ist diejenige über die allmähliche Entwickelung der Fische durch die einzelnen Formationen hindurch, welche in genauester Beziehung zu der embryonalen Entwickelung dieser Thiere steht. Wir haben oben diese Ansicht, deren eine Hälfte auf unseren eigenen Beobachtungen beruht, weitläufiger auseinandergesetzt und dieselbe auch auf die übrigen Klassen des Thierreiches auszudehnen versucht, mehr um zu dergleichen Untersuchungen anzuspornen, als weil wir glaubten, jetzt schon viele positive Thatsachen geben zu können, indem ohne Zweifel nur noch wenige Anhaltspunkte zu einer solchen Betrachtungsweise vorhanden sind.

Wenn in der oben geschilderten Weise das Studium der fossilen Thiere §. 1614.
von allen Seiten lebhafte Förderung fand, so hatte sich dasjenige der fossilen Pflanzen nicht minderer Anerkennung zu erfreuen und wurde außerdem noch vor einem Uebelstande bewahrt, welcher in die paläontologischen Untersuchungen über die Thiere so oft störend eingriff. Die Kohlenlager bilden meistens nämlich abgeschlossene Becken, über deren Lagerung und Verhältniß zu den umgebenden Schichten im Ganzen kein Zweifel herrschen kann und die meistens auch keine bedeutende Verbreitung besitzen. Die fossilen Pflanzen konnten aus diesem Grunde zur Bestimmung der einzelnen Formationen nur sehr geringe Wichtigkeit haben und wurden deshalb auch von den Geologen nur sehr wenig oder gar nicht beachtet, weshalb denn auch hier weit weniger Verwirrung gesäet und das Feld denjenigen überlassen wurde, welche besonders zu seiner Bearbeitung berufen waren, nämlich den Botanikern. Frühere unvollständige Arbeiten verdienen hier wohl keine Erwähnung, und von älteren Arbeiten über die fossilen Pflanzen möchten höchstens die Abbildungen von Schlotheim einigen Werth besitzen.

Es erschienen nach einander in den letzten Jahrzehnten mehre grö- §. 1615.
ßere Werke über fossile Pflanzen, die, sämmtlich von Botanikern unternommen, eine äußerst gediegene Kenntniß dieses Theiles der Petrefacten-

kunde zur Folge hatten und, wie natürlich, besonders die Steinkohlenformation betrafen, in welcher die reichsten und üppigsten Formen vorweltlicher Gewächse sich finden. Graf Caspar v. Sternberg war der Erste, welcher botanisch tiefer begründete Arbeiten über die Pflanzen der Steinkohlenformation veröffentlichte, zu denen besonders das böhmische Kohlengebirge das reichste Material liefert. Ihm folgten in England Lindley und Hutton mit einer Flora der fossilen Pflanzen Großbritanniens, und endlich in Frankreich Adolph Brongniart mit einer allgemeinen Geschichte der fossilen Pflanzen, welche, noch jetzt nicht vollendet, wesentlich die Formen der Steinkohlengebilde in Betrachtung gezogen hat. Brongniart namentlich war es, welcher zuerst allgemeinere Folgerungen aus dem vorhandenen reichen Material zog, die Entwickelung des Pflanzentypus durch die Reihe der Formationen nachwies, und zugleich sehr interessante Schlußfolgen über den Zustand der Atmosphäre in der Kohlenzeit anschloß; — Ergebnisse, die wir alle oben weitläufiger berichtet haben. Unter den neueren Arbeiten, die theils noch unvollendet, theils auch nur einzelne Floren getrennter Formationen behandeln, nennen wir vor Allem die ausgezeichnete Monographie der Pflanzen des bunten Sandsteines von Schimper und Mougeot. Es vereinigt sich hier die größte Genauigkeit der Untersuchung eines äußerst reichen und vorher fast unbekannten Materials mit einer Ausführung der Kupfertafeln, wie sie bis jetzt kein anderes paläontologisches Werk aufzuweisen hat. Die fossilen Pflanzen der Tertiärgebilde wurden besonders in neuester Zeit vom Unger in einem allgemeineren Werke behandelt, welches unter dem Titel Chloris protogaea die sämmtlichen fossilen Pflanzen umfassen soll, bis jetzt aber sich hauptsächlich nur über die tertiären Pflanzen von Radoboj in Kroatien ausgedehnt hat. Speciellere Abhandlungen über einzelne Theile der fossilen Flora sind namentlich die von Bowerbank über die fossilen Früchte des Londonthones auf der Insel Scheppy; diejenigen von Alexander Braun über die Pflanzen des Tertiärlebens von Oeningen; von Cotta über fossile Baumstämme; von Göppert über die fossilen Farren, die fossilen Pflanzen und Blüthen im Allgemeinen und diejenige der deutschen Tertiärgebilde im Besonderen.

§. 1616. Die hauptsächlichsten Tendenzen, welche sich gegenwärtig in der Paläontologie kund thun, sind der Art, daß man noch ferner auf ein rasches Aufblühen dieser Wissenschaft rechnen darf. Die längst erkannte innige Verbindung dieser Wissenschaft mit der Zoologie und Botanik wird stets mehr erkannt. Zwar gab es bisher und giebt jetzt noch immer viele Botaniker und Zoologen, welche glauben, sich der Berücksichtigung der fossilen Pflanzen und Thiere gänzlich entschlagen zu können, während auf der anderen Seite mehr und mehr die richtigere Ansicht sich Bahn bricht, welche die Paläontologie durchaus in die beschreibende Naturwissenschaft aufgehen

lassen und dieselbe nur als eine auf die Geologie angewandte Botanik oder Zoologie anerkennen will. Man sieht aus diesem Grunde auch die rein zoologischen Monographien einzelner Gruppen von Versteinerungen stets häufiger werden, und zugleich die Bedeutung der von Geologen verfaßten paläontologischen Arbeiten mehr und mehr abnehmen. Man braucht kein Prophet zu sein, um zu versichern, daß in 20 Jahren eine Menge von Werken über Versteinerungen, welche jetzt noch in großem Rufe stehen, gänzlich ihren Werth verloren haben werden, eben weil sie von Leuten verfaßt sind, welchen die lebende Natur fremd war.

Eine wesentliche Frage, um welche sich die gegenwärtige Paläontologie dreht, ist diejenige aber die Isolirung der Species, je nach getrennten Formationen. Diese Frage ist erst in der neuesten Zeit zur lebhafteren Discussion gekommen und harrt noch der ferneren Entscheidung. In einzelnen Klassen freilich scheint sie bis jetzt dahin entschieden, daß allerdings jede Formation durchaus verschiedene Species in sich schließe, und daß aus diesem Grunde eine jede Versteinerung charakteristisch für eine bestimmte Formation sei. Der größte Zwiespalt herrscht noch über die Klasse der Mollusken, und während die Einen, an ihrer Spitze Agassiz und d'Orbigny, die Isolirung der Formationen behaupten und keine identische Species mehr anerkennen wollen, so wird auf der anderen Seite das Gegentheil von nicht minder gewichtigen Autoritäten, wie Bronn, Deshayes und Philippi angenommen, und es ist noch zweifelhaft, auf welche Seite der Sieg sich neigen werde. Jedenfalls kann die Wissenschaft aus Discussionen dieser Art nur Gewinn ziehen, da die Vertheidiger einer jeden Ansicht sich bemühen müssen, durch Thatsachen und Beobachtungen ihre Behauptungen zu erhärten. Glücklicher Weise steht auch die Paläontologie in Beziehung zu solchen Discussionen auf einem günstigeren Standpunkte als die Geologie, in welcher der Widerspruch gegen beliebte Theorieen gar zu leicht als Angriff auf die Persönlichkeit gedeutet und behandelt wird. In den positiven Wissenschaften hat aber eine Ansicht nur so lange Anspruch auf Geltung, als sie durch Thatsachen gestützt wird. Diese sind es, nicht aber die Autoritäten, welche die Ueberzeugung bedingen. Die exacten Wissenschaften, unter welchen die Geologie jetzt ihren Platz einzunehmen strebt, kennen keine Autoritäten. §. 1617.

Digitized by Google

Alphabetisches Sachregister

des

ersten und zweiten Bandes.

A.

Aalschicht des tertiären Süßwasserbeckens von Oeningen. I. 833.
Aar. II. 35.
— Delta. II. 36—37.
— Wassermasse. II. 7.
Aarblöcke. I. 425.
Aargletscher. II. 5.
Ablagerung durch organisches Leben. II. 21.
— , chemische. II. 21. 27.
— , mechanische. II. 21. 27.
— , organische. II. 57.
Abplattung der Pole, mathematische Bestimmung. I. 12.
Abplattung der Pole nach d'Aubuisson und v. Humboldt. I. 66.
Absonderungsflächen der Gesteine. I. 156.
Abyssinien, dessen Plateauhöhe. I. 59.
— , Schneegränze. II. 3.
Acephalen. I. 185. II. 336.
— der Kreide. II. 341.
— des Muschelkalks. I. 266.
— Entwickelungsgeschichte. II. 315.
Acerotherium incisivum. I. 368. 415.
Acotyledonen. II. 305. 310.
Acrodus Gaillardoti. I. 258.
— larva. I. 240.
Acteonella crassa. I. 345.
Actinien, deren Region. II. 62.
Actinocrinus triacontadactylus. I. 213.
Actinot. II. 130.
Adergranit. I. 123.
Adern. I. 158.
Adria. II. 43.
Aequator. I. 13.
— , Schneegränze am. II. 3.
— , dessen Lage in der paläozoischen Zeit. I. 242.
Aestuarien. II. 48.
Aethophyllum speciosum. I. 265.
— stipulare. I. 254.
Aetna. II. 118.
— Durchschnittsansicht. II. 153.
— Eruptionen. II. 154—155.
— allmähliche Erhebung. II. 154.
— Höhe. I. 61. II. 102.
— Kegelböschungswinkel. II. 121.
— Laven. II. 122.
— Lavaströme. II. 151.
— Regionen. II. 150—151.
— Schneegränze. II. 3.
— Structur. II. 152.
Affen, fossile. I. 412.
Afrika, Flußgebiete. II. 19.
— südliches, Plateauhöhe. I. 59.
Agaricia granulata. I. 282.
Agassiz. II 423.
Agat. II. 184.
Agathistegier der Kreide. I. 335.
Agricola, Georg. II. 383.
Aiguille du midi, deren Höhe. I. 61.
Aiguilles rouges, deren Massiv. II. 288.
Akanthodier. I. 201.
Alabaster. I. 142.
Alaun, dessen Gewinnen. I. 154.
— vulcanisches Product. II. 138.

Alaunschiefer. I. 154.
Alberti. II. 407.
Alberti's Monographie des Trias. I. 251.
Albertia elliptica. I. 263. II. 309.
Albertien der Trias. I. 263.
Albisches Terrain. I. 330.
Albit. I. 121.
Alban, Schneegränze. II. 3
Aleuten J. II. 140.
Algen. II. 305—310.
— Schichtenbildner. II. 22.
Alleghanies. II. 286.
Alluvionen, ältere. I. 389.
— am Himalaya. I. 390.
Alluvions anciennes. I. 389.
Alp, schwäbische. I. 289.
Alpen, deren Alter. II. 280.
— Centralgruppen. II. 288—289.
— Formen. I. 107.
— Gerölle. I. 418—419.
— , Graubündtner. II. 216.
— Hebung. II. 294.
— , Schneegränze. II. 3.
— Structur. II. 278—280. 288.
Alpenkalk. I. 293. 426.
Alpenströme, deren Eigenthümlichkeiten. II. 35.
Alpensystem, dessen Durchschnitt. II. 289.
Alpenthäler. I. 419.
Altai, dessen Höhe. I. 62.
— Schneegränze. II. 3.
Altos de los Huessos, dessen Höhe. I. 65.
Amazonenstrom. II. 49.
— Flußgebiet. II. 19.
— Höhe. I. 59.
— Stromschnellen. II. 21.
Amblypteren der Kohle. I. 224.
Amblypterus macropterus, latus. I. 213.
Ameisenfresser. II. 329.
America, Flußgebiete. II. 19.
Amia calva. II. 323.
Ammocoetes. II. 324.
Ammoniden. I. 194. 196.
Ammoniten. I. 308. II. 340.
Ammoniten im Jurakalke. I. 293.
— England. I. 309.
— Hochgebirgskalk. I. 294.
— Jura und der Kreide. II. 341.
— Kreide. I. 346.
— Muschelkalk. I. 268.
Ammonites asper. I. 333.
— Bucklandi, catena, striatulus. I. 309.
— falcatus, rhotomagensis, Mantellii. I. 334.
— monile, Beudanti, dentatus. I. 334.
— nodosus. I. 268.
Ammonites (Ceratites) nodosus, catena, varians, macilentus. II. 341.
Ammonites perarmatus, alternans. I. 292.
— reticulatus, impressus. I. 333.
— undatus, cinctus. I. 258.
— varians, macilentus. I. 347.
— Walcotti, falcifer, fimbriatus. I. 282.
Ampelite alunifère. I. 154.
— graphique. I. 154.
Amphibien. II. 370.
— Entwickelung. II. 326.
— Organisation. II. 325.
— Organisationsstufen. II. 356.
— Schichtenbildner. II. 77.
Amphibol. I. 126. II. 218.
Amphibolgesteine. I. 132.
Amphibolit. I. 127. 133.
Amphicyone. I. 381.
— maior. I. 368.
Amplexus coralloides. I. 213.
— tortuosus. I. 180.
Amur, Flußgebiet. II. 19.
Analcim. I. 136.
Anan Fl. II. 19.
Ananchytes bicordata. I. 282.
— ovata. I. 334.
Anapolis. II. 197.
Ancillaria subulata. I. 373.
Ancyloceras dilatatus. I. 333.
Ancyloceren der Kreide. I. 348.
Anden, deren Ausdehnung. I. 89. II. 139.
Andesit. I. 130.
Andrias Scheuchzeri. I. 399. II. 358.
Anhydrit. I. 146.
— im Muschelkalk. I. 255.
Annecy, See von, dessen Höhe. I. 55.
Anneliden. II. 317.
— Region. II. 62.
— , röhrenbauende. II. 74.
Annularia fertilis. I. 221.
Anodonta. II. 315.
Anoplotherien. I. 403. II. 362.
Anoplotherium commune. I. 403. II. 362.
Anthophyllit. I. 133.
Anthracit. I. 150. 174. 175.
Anthracitisches Terrain. I. 175.
Anthracotherium. I. 365.
— magnum, velaunum. I. 370.
Antillen, deren Vulcane. II. 140.
Antilope. I. 368. 370. 390. II. 329.
Apenninen. II. 275.
— Gewässer. II. 23.
Aphanit. I. 133.
Apiocrinus mespiliformis. I. 296.

Aptisches Terrain. I. 330.
Aptychus latus. I. 283.
Apus cancriformis. I. 197.
Arachniden. II. 320.
Aralsee, dessen Höhe. I. 54.
Arapaima. II. 323.
Ararat, dessen Höhe. I. 62.
— Schneegränze. II. 3.
— Vulcan. II. 139.
Arca diluvii. I. 366. 368. 369.
d'Archiac. II. 421. 428.
Ardennen. I. 175. 176.
— Holzproduction. I. 228.
Ardoise. I. 153.
Argaens, Vulcan. I. 62.
Argäus, Berg, Schneegränze. II. 3.
Arges armatus. I. 199. II. 346.
Argile de Dives. I. 280.
Argiles tégulines. I. 327.
Argonauta II. 317.
Aristoteles. II. 379.
Arnothal. I. 384.
Arran J. II. 194.
Art — species — deren Begriff. II. 296. 303.
— Bestimmung und Abgränzung. II. 297.
— Entstehung. II. 298.
— Verschiedenheit in getrennten Formationen. II. 301.
— Umänderung. II. 300.
Artesische Brunnen. II. 16 ꝛc.
— bei Genf, Neusalzwerk. I. 22.
Arthur Seat bei Edinburg, dessen Trapplager. II. 195.
Articulaten. II. 311.
Arve, deren Neigung. II. 28.
Arveyron, dessen Kohlenbecken. I. 229.
Arvicola. I. 390.
Asaphus Hausmanni. I. 181.
Asche im perm. System. I. 236.
Aschenkegel der Vulcane. II. 120.
— Veränderlichkeit derselben. II. 121.
Aschenregen der Vulcane. II. 119.
Ascidien, Region. II. 62. 63.
Asien, Flußgebiete. II. 19.
Asphalt. I. 143.
Aspidorhynchus. II. 315.
Aspronisi J. II. 134.
Astarte elegans, minima. I. 305.
— excavata. I. 282. 292.
— similis. I. 333.
Astarten im Jura. I. 305.
Astartenkalk im bern. Jura. I. 287.
Asterias laevis. I. 367.
Asteriden. II. 313.
Asterien des Muschelkalkes. II. 334.
Asterien im Muschelkalke. I. 266.
Asterolepen. I. 201.
Asterophyllum emarginatum. I. 213.
Astraea ananas. I. 183.
— crenulata. I. 365.
— Guettardi. I. 367.
— helianthoides. I. 295.
Asträen. II. 66.
— im Jura. I. 295.
Astronomie. I. 3.
Athos (Berg), dessen Höhe. I. 61.
Atlas, dessen Höhe. I. 63.
Atmosphäre, deren Bestandtheile. I. 38.
— , Dichtigkeit. I. 39.
— , Einfluß auf die Erdoberfläche. II. 88.
— Theilnehmerin an Erdbeben. II. 111.
— , Gränze. I. 39. 43.
— des Jupiter. I. 43.
— des Mondes. I. 40.
— des Sonne. I. 41.
— im Verhältniß zu dem Erdkörper. I. 77.
— , Zusammensetzung in der paläozoischen Zeit. I. 248.
Atmosphärologie. I. 1.
Atolle. I. 357. II. 64. 67. 69.
Atoll Bow, im stillen Ocean. II. 64.
Atrio del Cavallo. II. 145.
Atrypa curvata, aspera, tenuistriata. I. 171.
— decussata. I. 180.
Attraction. I. 40.
d'Aubuisson de Voisins, über Vulcane. II. 404.
Augsburg, dessen Höhe. I. 57.
Auloporen. I. 182.
Aulostoma bolcense. I. 398. II. 355.
Ausholzung, deren Nachtheile. II. 14.
Austern, deren Ansiedlung. 2. 74.
— des Jura. I. 300.
— im Jura. II. 338.
— der Kreide. I. 342.
— Region. II. 62.
Austernbänke in dem Purbeckkalk. I. 322.
Australien, dessen Vulcane. II. 139.
Auvergne. II. 190.
— Basalte. II. 170. 172.
— Plateauhöhe. I. 59.
— Vulcankette. I. 159.
Avellana cassis. I. 334.
— incrassata. I. 345.
Aventurin. I. 140.
Aveyron Fl. II. 198.
Avicula im Muschelkalk. I. 267.

Avicula costata. I. 282.
— echinata. I. 282.
— gibbosa. I. 180.
— keratophaga, antiqua. I. 239.
— lineata. I. 260.
— monotis. I. 292.
— obsoleta, reticulata. I. 171.
— socialis. I. 267.
Axum, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Aymestrykalk. I. 167.
Azoren. II. 139.

B.

Bacillarien. II. 73.
Baculiten. II. 342.
— Kreide. I. 347. 349.
Baculites anceps. I. 349. II. 342.
Bären. II. 367.
— , fossile. I. 410.
Bärlapparten. II. 306. 307.
Bärschwyl im Solothurner Jura. I. 109.
Bärschwyler Thal, dessen Querdurchschnitt. I. 284.
Baggertorf. II. 84.
Bagne-Thal. II. 32.
Bagshot-Sand. I. 372.
Baiern, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Baikalsee, dessen Höhe. I. 54. II. 137.
Balaena Lamanoni. I. 390.
Balakalk. I. 164.
Balanen, deren Region. II. 62.
Baliostichus ornatus. I. 294.
Balk, dessen Höhe. I. 59.
Ballon d'Alsace. II. 260.
— , dessen Höhe. I. 60.
— de Comté. II. 260.
— de Guebwiler, dessen Höhe. I. 60.
Ballons. I. 106.
Barranco. II. 165. 166.
Barre. II. 54.
Barren J. im Golfe von Bengalen. II. 166.
Barrier-reefs. II. 65. 69.
Basalt. I. 135. II. 168.
— der Auvergne. II. 190.
— , dessen geologische Epochen. II. 172.
— , Fossilien darin. II. 172.
— vulcanisches Gebilde. II. 170.
— , Prismenbildung. II. 170.
— , Riesendämme. II. 168.
— , Säulenstructur. II. 168. 173.
Basaltfelder von Niedermendig u. Kottenheim. II. 180.
Basaltformation nach Werner. II. 174.
Basaltgebilde. II. 168 ꝛc.
— in Deutschland. II. 183 ꝛc.
Basaltschlacken. II. 168.
Basaltströme. II. 171. 173.
Basaltwacken. I. 136.
Basterot. II. 428.
Bath-Gruppe des Jura. I. 275. 277.
Bathgruppe des schweiz. Jura. I. 285.
Batrachier. II. 326.
Batrachier in den Tertiärgebilden. II. 357.
Bauchfüßer. I. 190. II. 316.
Baumannshöhle. I. 389.
Bausenberg. II. 180.
Bayns. II. 44.
de Beaumont, Elie. II. 413.
de la Bèche. II. 418.
Beerenberg in Island, dessen Höhe. I. 60.
Belchen. I. 106.
— , deren Höhe. I. 60.
— von Gebweiler, deren Höhe. I. 60.
Belemnitella-Arten der Kreide. I. 350.
Belemniten. II. 290.
— in England. I. 311.
— des Jura. I. 311. II. 344.
— im Jura. I. 293.
— der Kreide. I. 349.
— des Liaskalkes in Frankreich. I. 280.
Belemnites Aalensis. I. 282.
— apici-curvatus. I. 282.
— arcuarius, digitalis. I. 292.
— canaliculatus. I. 292.
— (Belemnitella) mucronatus. I. 350.
— mucronatus hastatus. II. 345.
— paxillosus, giganteus, hastatus. I. 311.
— semicanaliculatus. I. 333.
— semisulcatus. I. 292.
Belgien, Eocene Bildungen daselbst. I. 414.
Bellerophon acutus, cornu Arietis, dilatatus. I. 171.
— bilobatus. I. 193.
— elegans. I. 181.
— hiulcus, tenui fascia. I. 213.
Bellerophonten. I. 193.
Beludschistan, dessen Höhe. I. 59.
Bengalen, dessen Höhe. I. 58.
Ben Nevis in Schottland, dessen Höhe. I. 60.
Berechnung des Erdvolumens. I. 72 ꝛc.
Berendt. II. 429.
Berge, deren Höhenverhältniß zu der Erde. I. 79.
— , in Längsreihen gestellte. I. 88.
— , innere Structur, erkennbar durch die Gestalt. I. 105.
— , Unregelmäßigkeiten. I. 80.
Bergformen. I. 105 ꝛc.

Berggruppirung. I. 87.
Bergkalk. I. 202.
Bergketten, deren Altersbestimmung. II. 248.
— , deren Ausdehnung. I. 89.
— , deren Axenlinien. I. 91.
— , deren Centralkern. I. 92.
— , deren Entstehung. II. 246.
— , deren Gehänge. I. 97.
— , deren Längenaxe. I. 91.
— , deren Richtung. I. 89.
— , deren Zusammenhang. I. 90.
Bergöl. II. 137.
Bergstürze. II. 90.
Berlin, dessen Höhe. I. 57.
Berner Alpen, deren Form. I. 108.
Bernstein, an der Ostsee und in der Braunkohle. I. 392.
Beryx microcephalus. I. 351. II. 356.
Beryx-Arten der Kreide. I. 351.
Beutelthiere. II. 328.
— , deren Erscheinen. II. 361.
— des Jurakalkes von Stonesfield. I. 321.
— im Grobkalke. I. 415.
Beyrich. II. 428.
Bielokha, dessen Höhe. I. 62.
Bielshöhle. I. 389.
Biloculina opposita. I. 393.
Bimsstein. I. 131.
— , Bildungsepoche. II. 144.
Binnenmeere, deren absolute Höhe. I. 54.
Binnenseen, deren absolute Höhe. I. 54.
Birs, deren Wassermasse. II. 16.
Bittererde in den Fossilien. II. 187.
de Blainville. II. 429. 432.
Blauen, dessen Höhe. I. 60.
Blioah, dessen Höhe. I. 63.
Blindwühlen. II. 326.
Blöcke, erratische (der Alpenthäler). I. 420.
—, deren mineralogische Beschaffenheit. I. 426.
— an den Gehängen des Jura. I. 425.
—, deren Lagerung. I. 425.
—, deren Niveau in den Thälern. I. 425.
— aus dem Rhonethal. I. 424. 425.
—, deren horizontale und verticale Vertheilung. I. 433.
Blockwälle in Schweden. I. 431.
Blois, dessen Höhe. I. 56.
Blutstein. I. 148.
Boden, dessen äußere Wärmeleitungsfähigkeit. I. 25.
— dessen innere Wärmeleitungsfähigkeit. I. 26.
Bodensee. II. 35.
— , dessen Höhe. I. 55.
Bodenstructur, deren nöthige Kenntniß. I. 99.
Bodentemperatur. I. 23. 25.
Böhmen. II. 183.
— Kohlenlager das. I. 212.
Böhmerwald. II. 267.
— , dessen perm. System. I. 236.
Böhmische Mittelgebirge. II. 161.
Bohnerz. I. 148. II. 25.
Bohrloch von Buffleben und Stotternheim. I. 257.
Bokhara, dessen Höhe. I. 59.
Bolabola J. II. 65. 70.
Bomberg. I. 95.
Bone-bed des Lias, Bristol. I. 275.
Boos, dessen Krater. II. 180.
Borsäure, vulc. Product. II. 138.
Borzenstein. II. 161.
Bos. I. 370.
— primigenius, priscus. I. 390.
il Bosco. II. 151.
Bothriolepen. I. 201.
Botzen St. II. 204.
Boué. II. 421.
Bourbon J. II. 139.
Bourges, dessen Höhe. I. 56.
Brachyopoden. I. 187. II. 315. II. 336. 337.
— der Kreide. I. 341.
— des perm. Systems. I. 239.
— , deren Region. II. 62.
Brachyuren. II. 319.
— der Kreide. II. 346.
Bradford-clay. I. 277.
Bradfordthon. I. 277.
Brahma-Putra Fl. II. 42.
Braunkalk. I. 147.
Braunkohle. I. 149.
— neben Basaltlagern. II. 175. 176.
— in Trappmassen. II. 196.
Braunkohlenlager, deren Entstehen. II. 86.
— der Wetterau bei Eppelsheim. I. 381.
Braunkohlenschichten des ostpyrenäischen Tertiärbeckens. I. 368.
Bravard. II. 432.
Breccien. I. 117.
— , vulcanische. I. 151.
Breccienbildung. II. 54.
Breccienkalk. I. 144.
Brèches. I. 151.
Brenner, dessen Höhe. I. 65.
Brennstoffe, fossile. I. 148.
Brienzersee. II. 35.
— , dessen Höhe. I. 55.

Brienzersee, Schlammablagerung. II. 37.
Bristol, dessen bone-bed (Knochenlager) des Lias. I. 275.
— , dessen Kohlengebilde. II. 262.
Brocchi. II. 428.
Brochant de Villiers über die Alpen. II. 405. 420.
Brocken. II. 259. 260.
— im Harz, dessen Höhe. I. 60.
Brongniart, Alex. II. 420. 429.
Bronn. II. 428. 430.
Brontes flabellifer. I. 199. II. 346.
Brühl. II. 179.
Bryozoen. II. 332.
Buccinum acutum, imbricatum. I. 181.
— arculatum. I. 192.
— baccatum. I. 368.
— obsoletum, gregarium. I. 258.
— semistriatum. I. 369.
v. Buch's Ansichten über die tyroler Alpen. II. 186.
v. Buch, Leopold. II. 407. 409.
— über Vulcane. II. 101.
— über die Vulcaneneintheilung. II. 139.
Buckland. II. 418.
Buffleben, dessen Kalkformation. I. 257.
Buffon. II. 393.
Bulimina obliqua. I. 336.
Bulimus laevo-longus, mumia. I. 368.
Buramputra Flußgebiet. II. 20.
Burlos. II. 39.
Burmeister. II. 429.
Burnet. II. 392.
Bürstenzähnler. I. 397.
Bussole, bergmännische. II. 227.

C.

Cäcilien II. 326..
Caermarthenshire. I. 202.
Calamiten. II. 307.
— Kohle. I. 215.
Calamites approximatus I. 215. II. 308.
— arenaceus I. 254. 258.
— Suckowii, cannaeformis. I. 213.
Calcaire de l'Agénais. I. 367.
— carbonifère. I. 202.
— coquillier. I 254.
— corallien im bern. Jura. I. 287.
— à encrines. I. 256.
— à entroques. I. 184. 221.
— grossier. I. 363.
— Moëllon. I. 369.
— à Nérinées im bern. Jura. I. 287.
— pisolitique. I. 363.
— roux-sableux. I. 286.
— siliceux de St. Ouen. I. 363.
Calcareous-grit. I. 278.
Calceola sandalina. I. 190.
Caldera. II. 165.
Calschiste. I. 154.
Calymene Blumenbachii. I. 198. II. 346.
— Latreillii, macrophthalma. I. 181.
— macrophthalma. I. 171.
— variolaris. I. 213.
Caltonhill, bei Edinburg, dessen Melaphyre. II. 184.
Cambodja. II. 19.
Cambrian mountains. I. 163.
— system. I. 163.
Cambrisches System. I. 163. II. 254.
Camelopardalis Biturigum. I. 390.
Canarische Inseln. II. 139.
Canigou, dessen Höhe. I. 61.
Canis. I. 370. 415.
— parisiensis. I. 365.
— spelaeus. I. 390.
Canope. II. 39.
Cantal. II. 161. 283.
Cap vert, dessen Inseln. II. 139.
Cap Fréel bei St. Malo. II. 201.
Capra. I. 370.
Caprotina ammonia. I. 329.
— ammonia. Lonsdalii. I. 333.
Caprotinenkalk. I. 329.
Capua. II. 144.
Caradocschichten, deren Mächtigkeit. I. 167.
Carboniferous grit. I. 202.
— group. I. 163.
Caracas, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Carcharodon megalodon. I. 396. II. 354.
Cardiaceen. I. 186.
Cardiola fibrosa. I. 171.
Cardium Burdigalinum. I. 368.
— echinatum. I. 366.
— elongatum, hibernicum. I. 213.
— hians. I. 369.
— Lyellii. I 186.
— pectunculoides. I. 186.
— porulosum. I. 365.
— productum. I. 342.
— vilmarense. I. 186.
Caryophyllia stellaris, duplicata. I. 213.
Caryophyllien des alp. Jura. I. 296.
Casa Inglese. II. 151.
Cassel, dessen Höhe. I. 57.
Cassiduliden. II. 335.
Cassiquiare. II. 79.
Caspisches Meer, dessen Einsenkung. I. 52.
Castel nuovo. II. 137.
Castor. I. 370. I. 390.
Cataclysmen. I 4.
Catenipora escharoides. I. 182.

Catillus Cuvieri. I. 334.
Caucasus Schneegr. II. 3.
Central-Vulcane. II. 138.
Cephalaspiden. I. 197. 200. II. 348.
Cephalaspis Lyellii. I. 200. II. 348.
Cephalopoden. I. 193. II. 317. 340.
— — der Kreide. I. 324. 346.
— — im Muschelkalk. I. 268.
Ceratiten im Muschelkalk. I. 268. II. 341.
Ceratites nodosus. I. 268.
Cerithien. I. 395.
Cerithium aptiense. I. 333.
— cinctum, plicatum. I. 368.
— cristatum, acutum, papale, lapidum. I. 365.
— giganteum. I. 395. II. 339.
— Lamarckii. I. 366.
— lapidum. I. 367.
— lectum. I. 334.
— margaritaceum, plicatum. I. 379.
— muricatum. I. 292.
— plicatum, trochleare. I. 366.
— plicatum, margaritaceum. I. 369.
— tricinctum. I. 366.
— variabile. I. 365.
— varicosum. I. 369.
Cervus. I. 368.
— euryceros, Cuvierii. I. 390.
— lunatus. I. 376.
Cestracionten. I. 200. 240. II. 352.
— der Devonischen Formationen. I. 222.
— des Jura. I. 313.
— der Kohle. I. 222.
Cetaceen. II. 329. 361.
Chalicomys Jaegeri, minutus. I. 376.
Chalk. I. 321.
Chalk-marl. I. 324.
Chamounithal. II. 398.
Chara medicaginula. I 366.
Characeen. II. 305.
Chaeropotamus parisiensis. I. 365.
Charpentier. II. 407. 423.
Chartres, dessen Höhe. I. 56.
Chätodonten. I. 397.
Cheiracanthus. I. 181.
Chelonier-Reste im Jura. I. 320.
Chemie als Hülfswissenschaft der Geologie. I. 6.
Chemnitz. II. 228.
Cherts. I. 324.
Chiastolith. I. 163.
Chili, dessen Vulcane. II. 140.
Chiloe, J., deren Findlingsblöcke. I. 429.
Chimären. II. 354.
Chimborasso. II. 158.
Chimborasso, dessen Höhe. I. 64.
Chirotherium. I. 270.
Chiton. II. 346.
Chloritschiefer. I. 139.
Chomatodus cinctus. I. 213.
Chonetes sarcinulata. I. 239.
Christol. II. 432.
Cidaris-Arten des Jura. II. 335.
Cidaris coronata. I. 282.
Cidaris glandifera, Blumenbachii. I. 298.
Cidariten. I. 184.
— im Jura. I. 298.
Cidarites coronatus. I. 298.
Cidarites maximus. I. 292.
Cincinnati, dessen Höhe. I. 59.
Cirrhen. I. 192.
Cirrhipeden. II. 318.
Cirrhipeden der Kreide und Tertiärschichten. II. 347.
Cirrhus depressus. I. 333.
— Leonhardi. I. 192. II. 338.
Cladodus marginatus. I. 222. II. 353.
Clupeiden. I. 397.
Clymenia Sedgwickii, costulata. I. 181. I. 196. II. 340.
Clypeastriden. II. 335.
Clypeus-Arten des Jura. I. 299.
— der Kreide. II. 335.
Clypeus Hugi. I. 299. II. 335.
Cnemidium ramulosum. I. 292.
Cobaltgruben von Richelsdorf, Zaunsdorf, Saalfeld, Mansfeld. I. 235.
Coccosteus. I. 181.
Cochlioden der Kohle. I. 222.
Cochliodus contortus. I. 222. II. 352.
Cölakanthen. I. 201. 223. 240. II. 351.
Coke. I. 149.
Col di Tenda, dessen Höhe. I. 65.
de Colegno. II. 424.
Comacchio. II. 43.
Comatulen. II. 313. 334.
Conchorhynchus. I. 310.
Condensation der Weltkörper. II. 237.
Conferven, deren Bildung. II. 300.
Conglomerate. I. 151.
— im perm. System. I. 237.
Coniferen. II. 306. 308. 311.
— der Kohle. I. 220.
— des Jura. I. 295.
Constantine, dessen Höhe. I. 63.
Continent des Südpols. I. 84.
Continente, deren Gränzen. I. 417.
— , Größeverhältniß zu einander. I. 67.
— , geometrische Form nach Pissis. I. 83.
Conularia Gerolsteinensis. I. 181.
— Gervillei I. 171. 193.

Conus deperditus. I. 365. 367.
— Mercati. I. 366.
Conybeare. II. 418. 432.
Coordinirung der Tertiärbecken. I. 413.
Coprolithen. I. 387.
— in der Lettenkohle. I. 259.
— im Sandstein. I. 259.
Coral-rag. I. 278.
— im schweiz. Jura. I. 286.
Corallen-Crag. I. 373.
Corallien. I. 278.
Coralline-Crag. I. 373.
Corax pristodontus. I. 351. II. 353.
Corbula carinata. I. 366.
— punctum. I. 333.
— striata. I. 366. 368.
Cordier. I. 18.
Corn-brash. I. 277.
Corn-stone. I. 172.
Cornéenne. I. 133.
Corsica. II. 278.
Cossimina, Vulcan in Guatimala. II. 119.
Côte d'Or. II. 271.
Coticule. I. 153.
Cotopari. II. 118. 157.
— , dessen Höhe. I. 64. II. 102.
— im Jahre 1744. II. 105.
Cotta, Bernhard. II. 416.
Crag. I. 373.
— , rother. I. 373.
Craie tuffeau. I. 328.
Crania striata (Ignabergensis). I. 341. II. 338.
Cranien der Kreide. I. 333. 341. II. 337.
Crassatella tumida. I. 365.
Crête de la neige, dessen Höhe. I. 61.
Crinoiden. II. 313. 332.
Crioceras Duvalii. I. 347.
Cristellaria rotulata. I. 336.
Crocodile, fossile. I. 381.
— des Jura. I. 353.
— der Kreide. I. 352.
— im Süßwassersandsteine. I. 367.
Crocodilus plenidens. I. 376.
Croizet. II. 432.
Cros, Kohlenlager. I. 212.
Crustaceen. II. 318.
— , deren Entwickelungsgeschichte. II. 319.
— , Organisationsstufen. II. 346.
— Region. II. 62.
— des perm. Systems. I. 240.
— der silur. Schichten. II. 345.
— der Trias. I. 268.
Ctenacanthus tenuistriatus. I. 213.
Ctenocrinus typus. I. 171.
Ctenoiden der Kreide. I. 351.
Cucullaea decussata. I. 282.
— glabra. I. 334.
Cucumites variabilis. I. 373.
Cuitamba Fl. II. 133.
Cupenoides inflatus. I. 373.
Cupressocrinus. II. 333.
— crassus. I. 184.
— verus. I. 221.
Cuvier G. II. 420.
Cyathocrinus dubius. I. 180.
— planus. I. 213.
— pyriformis. I. 184.
— tuberculatus. I. 171.
Cyathophyllum caespitosum. I. 183.
— ceratites. I. 180.
— excentricum. I. 213.
— profundum. I. 239.
Cycadeen. II. 306. 309. 311.
— in dem Jura. I. 294.
Cycadites (Mantellia) megalophyllus. I. 295. II. 310.
Cycloiden der Kreide. I. 351.
Cyclophyr. I. 136.
Cyclops-Arten. II. 318.
Cyclostomen. II. 321.
Cyclostoma elegans. I. 366.
— elegantilites. I. 368.
— mumia. I. 365.
Cyprea lyncoides, affinis. I. 366.
Cypricardia impressa. I. 187.
— obliqua. I. 292.
Cyprina islandicoidea. I. 369. 379.
Cyprinen des Mainzer Beckens. I. 379.
Cypris. I. 144.
Cyprisschalen in dem Purbeckkalk. I. 322.
Cyrena cuneiformis. I. 365.
— depressa. I. 370.
— Gravesii. I. 365.
Cyrthoceras Eifelense, armatum. I. 181.
Cytherea elegans. I. 365.
— incrassata. I. 365.
— laevigata. I. 379.
— trigonellaris. I. 292.

D.

Dachschiefer. I. 153. 165.
— , deren Structur. I. 114. 175.
Dalle nacrée im schw. Jura. I. 286.
Dalman. II. 428.
Dammerde. II. 88.
— unveränderliche Schicht. II. 84.
Dammriffe, barrier-reefs. II. 65. 69.
Dapedius punctatus. I. 314. II. 350.
Darwin, Entstehungsweise der Koralleninseln. II. 413.
Dasyurus laniarius. I. 392.
Daubeny. II. 418.
v. Dechen, dessen Karte. II. 416.

Defrance. II. 428.
Dekapoden, deren Entwickelungsgeschichte. II. 319.
— kurzschwänzige. II. 319.
Delhi, dessen Höhe. I. 59.
Delta. II. 35.
— der Wildbäche. II. 29.
Dendrodus biporcatus. I. 181.
Dendrophyllia irregularis. I. 366.
Dent de Granier, dessen Höhe. I. 61.
Dentalina sulcata. I. 335.
Dentex Faujasii. I. 365.
Depression der paläoz. Meeresbecken. I. 247.
Derdschera (Algier), dessen Höhe. I. 63.
Descartes. II. 393.
Deshayes. II. 428.
Desmarest. II. 429.
Desnoyers. II. 421.
Deutschland, dessen Eocene, Miocene und Pliocene Periode. I. 414.
— , nordwestliches, dessen Tertiärformation. I. 383.
Devonian System. I. 163.
Devonisches System. I. 163.
— , dessen Abtheilungen. I. 172.
— , in England nach Murchison. I. 171.
— , dessen Mächtigkeit. I. 172.
Devonshire, dessen Schiefer- und Grauwackeschichten. II. 264.
Dhawalagiri, dessen Höhe. I. 63.
Diadema-Arten des Jura. I. 299.
Diallage-Gesteine. I. 137. II. 198.
Diamanten, deren Lager. I. 173.
Diceras arietina. I. 305.
— des Jura. I. 305.
— im Korallenkalk. I. 293.
Diceratenkalk. I. 293.
— des fränk. Jura. I. 290.
— der Kreide Südfrankreichs. I. 329.
Dichobune (Anoplotherium) leporinum, marinum. I. 365.
Dichobunen. I. 403.
Dickhäuter. II. 329.
— , eigentliche in d. ä. Tertiärzeit. II. 362.
Dictaea striata. I. 240.
Didelphen. II. 328.
— des Jura. II. 361.
Didelphys Cuvieri. I. 365.
Dieuze, Steinsalzlager. I. 261.
Dikotyledonen. II. 306. 310. 311.
— in der Kohle. I. 220.
Diluvialgebilde. II. 373.
Diluvialperiode. I. 361 385. II. 254.
— , deren Fauna. I. 417. 418.
Dimerocrinen. II. 333.
Dimerocrinus isodactylus. I. 184. II. 333.
Dimyarier. I. 186. II. 338.
Dinotherien. I. 400.
Dinotherium giganteum. I. 381. 400. II. 363.
Dintenfische. II. 317.
Diorit. I. 132. II. 201.
Diplacanthus. I. 181.
Diprotodon australis. I. 392.
Dipterier der Kohle. I. 224.
Dipterus macrolepidotus. I. 181.
Dogger bei der Porta Westphalica. I. 291.
Dôle, dessen Höhe. I. 61.
Dolerit, I. 134.
Doleritporphyr. I. 134.
Dollart. II. 46.
Dolomieu, über Vulcane. II. 396.
Dolomit-Bildung nach v. Buch. II. 185.
— des fränk. Jura. I. 289.
— , rauchgrauer in der Trias. I. 259.
— , compacte und krystallinische. I. 146.
— , Fossilien darin. II. 187.
— im deutschen Jura. II. 186.
— im fränkischen Jura. II. 187.
— , krystallinische. II. 187.
— des Langkoffel im Grödenthale. II. 185.
— im Muschelkalk. I. 255.
— , schiefrige, talkhaltige. I. 146.
Dôme de Cantal, dessen Höhe. I. 60.
Domit. I. 131.
Donax incompleta. I. 379.
Donau-Delta. II. 38.
— -Flußgebiet. II. 20.
— -Stromschnellen. II. 21.
Donau-Eschingen, Basaltgang. II. 175.
Doppelhörner des Jura. I. 305.
Doubs, dessen Neigung. II. 28.
Drachenfels bei Bonn. II. 142.
Dranse, deren Neigung. II. 28.
Dresden, Höhe. I. 57.
Dschamalari, Höhe. I. 63.
Dschavahir, Höhe. I. 63.
Dubois de Montvéreux. II. 428.
Dufrénoy II. 420.
Dugong. II. 329.
Dünen. II. 47.
— , deren Bildung. II. 55.
— , deren Vorrücken. II. 56.
Durance, deren Neigung. II. 282.
Durancethal. II. 282.
Dyke. II. 194.
Dysaster capistratus. I. 298. II. 335.
— in dem Jura. I. 298.

E.

Ebbe und Fluth. I. 50.
— in den Aestuarien. II. 48.
Ebel. II. 422.
Echiniden. II. 313. 314.
— im Jura. I. 297.
Echinodermen. I. 184. II. 224. 311. 313. 332. 369.
— des Jura. I. 296.
— der Kreide. I. 338.
— im Muschelkalke. I. 265.
— der Tertiärzeit. I. 394.
Echinometren. II 335.
Edentaten. I. 407. II. 329.
Ehrenberg. II. 429.
Eiche, deren Vorkommen. II. 80.
Eidechsen, fossile I. 381.
— im Kupferschiefer. II. 357.
— , deren Organisation. II. 327.
— der Wälderformation. I. 353.
Eifel. II. 174.
Eifel, vulcanische Gebilde. II. 177.
— , deren Gesteine. I. 170.
— , Kalkgebilde. I. 177.
Einbiegungsthäler. I. 98,
Eingeweidewürmer. II. 300.
Einhufer. II. 364.
Eis. II. 2.
Eisbänke. II. 11.
Eisberge, schwimmende. II. 11.
Eisflöße. I. 436.
Eisenerze. I. 147.
Eisenglanz. I. 148.
Eisenglimmer. I. 148.
Eisenhut, bergm. II. 235.
Eisenkalk. I. 363.
Eisenkiese. I. 148.
Eisennieren. I. 147.
Eisenoolith. I. 276.
— des franz. Jura. I. 280.
— des schweiz. Jura. I. 285.
Eisenoxyd. I. 148.
Eisenroggenstein. I. 285.
Eisensteine. I. 147.
Eläolith. I. 126.
Elba. J. II. 210.
Elbruz, dessen Höhe. I. 62.
— , Schneegr II. 3.
— , Vulcan. II. 139.
Elephanten, fossile. I. 405.
— in Sibirien und Nordasien. I. 405.
— in der jüngsten Tertiärzeit. II. 364.
Elephas meridionalis. I. 390.
— primigenius. I. 405 II. 364.
Elie de Beaumont. II. 248. 250.
— über Erhebungskrater. II. 413.
Elvan. II. 204.
Embryonen, deren Aehnlichkeit unter sich. II. 331.
Embryonale Formen, deren fortschreitende Ausbildung. II. 369.
Empedokles, dessen Schöpfungsansicht. II. 378.
Enaliosaurier des Jura. I. 315.
Enallostegier der Kreide. I. 335.
Encrinites ramosus. I. 239.
Encrinus liliiformis (moniliformis). I. 265.
Encrinus im Muschelkalk. I. 265.
Endmoräne. II. 6.
Engelerkopf. II. 180.
England, Eocene, Miocene und Pliocene Periode. I. 414.
— geognostische Karte. I. 371.
— Minen II. 235.
Enkriniten. I. 175. 183. 184.
— des Jura. I. 296.
— der Kohle. I. 221.
Entomostraken. II. 318.
Entrochiten. I. 184.
— der Kohle. I. 221.
Entrochitenkalk. I. 184. 221.
Eocene Periode. I. 413.
Eppelsheim. I. 380. 381.
Equisetaceen. II 305. 308.
— der Kohle. I. 215.
Equisetum arenaceum, Meriani. I. 260.
Equus. I. 370.
— primigenius. I. 390.
Erdare, deren Lage in der paläozoischen Zeit. I. 242.
Erdbeben. II. 103. 157. 223.
— von 1756—1758. II. 109.
— bei Aquila in den Abruzzen. II. 114.
— in den Antillen. II. 109.
— , dessen Ausbreitung. II. 111.
— in den Bergwerken. II. 113.
— von Calabrien. II. 108. 111. 112. 114.
— von Caracas II. 108 110. 112.
— an der Küste von Chili. II 114.
— von Cumana. II 111. 114. 115.
— von Damascus. II. 109.
— , dessen Dauer II. 111.
— , dessen eigenthümliche Erscheinungen. II. 110.
— in verschied. Jahreszeiten. II. 111.
— von Jamaica. II. 108.
— von Lissabon. II. 108. 109. 112. 115. 246.
— im Magdalenenthale. II. 115.
— des Flußgebietes des Mississippi. II. 110. 115.
— , Richtung. II. 112.

Erdbeben von Riobamba. II. 109. 115.
— , rotatorische. II. 108.
— , succussorische. II. 108.
— , undulatorische. II. 108.
— , dessen Vorboten. II. 110.
— , dessen Wirkung. II. 113.
Erdcentrum. I. 32. 37.
Erde, im Anfange ihrer Bildung. I. 33. 35.
— , deren Dauer. I. 33.
— , Entstehung, mit Rücksicht auf die mosaische Mythe. II. 371.
— , Entwickelungsperioden. II. 244 ꝛc.
— , Erkalten. II. 242.
— , Erkaltungsperiode. I. 31.
— , Geschichte. I. 4. II. 236.
— , Gestalt. I. 12.
— , paläontologische Entwickelungsgeschichte. II. 295.
— , Theorien über die Entstehung derselben bei alten Völkern. II. 376.
— , Unebenheiten im Verhältniß zum Erdkörper. I. 80.
— , Wassergehalt nach v. Humboldt. I. 47.
— , Zukunft. II. 374.
— , jetziger veränderter Zustand. II. 100.
Erdkern. II. 238. 242.
— , feuerflüssig. II. 220.
Erdkunde Bedeutung derselben. I. 1. 2.
Erdlöcher, vulc., in Calabrien. II. 114.
Erdoberfläche, deren Degradation. II. 87.
Erdrinde. I. 32. II. 231.
— , deren Bildung durch Organismen. II. 22.
— , allmähliche Schichtung. I. 3. 4.
— , Zunehmen. II. 222.
Erdschichten, deren Bau durch Organismen. I. 360.
Erdspalten, vulc. II. 113.
Erdvolumen, Berechnung. I. 72 ꝛc.
Erdwärme. I. 16. 31. II. 220.
— nach Buffon. I. 33. 34.
— , innere, deren Verhältniß zu der Erdrinde. I. 246.
Erebus, V. am Südpol. I. 64.
Erhebungskrater. II. 167. 413.
Erhebungsthäler. I. 94.
Eriesee. II. 96.
— , dessen Höhe. I. 55.
Erinaceus arvernensis. I. 370.
Erivan, dessen Höhe. I. 59.
Erkaltung der Erde. I. 31. 33. 34. 35. 37.
Erosion. II. 94.
Erratische Bildungen und deren Ursache. II. 425.
Erratische Blöcke von Monthey. I. 420.
— Erscheinungen. I. 361.
— Erscheinungen in der Schweiz. I. 419. 423.
— Gebilde in England, Schottland und Irland. I. 427.
— Gebilde im Norden. I. 429.
— Gebilde in den Pyrenäen. I. 428.
— Gebilde in Südamerica. I. 429.
— Gesteine. II. 283.
— Kraft. I. 423. 431. 435.
— Phänomene, deren Erklärung. I. 431.
Eruptionskegel, dessen Form. I. 105.
Erz, dessen Lager. II. 227.
Erzerum, dessen Höhe. I. 59.
Erzgänge. II. 224. 225.
Erzgebirge. II. 174. 271.
— , dessen perm. System. I. 236.
— , sächsisches, dessen Boden-Temperatur. I. 20.
Escurial, dessen Höhe. I. 56.
Escher von der Linth, A. II. 216. 422.
Euomphalen. I. 191.
Euomphalus catillus, pentangulatus. I. 213.
— funatus, alatus. I. 171.
— laevis. I. 181.
— rugosus. I. 192. II. 338.
— serpula. I. 192.
Euphotide. I. 137. II. 198.
— von Saas. I. 423. 426.
Eurit. I. 123.
Europa, Flußgebiete. II. 19.
Euryale-Arten. II. 334.
Ewigschneehorn. II. 4.
Exogyra columba, sinuata. I. 342.
— Couloni. I. 332.
— subplicata, subsinuata. I. 333.
— virgula. I. 281.
Exogyren der Kreide. I. 342.
Explanaria lobata. I. 296.
Eyafiälla Jökul in Island, dessen Höhe. I. 60.
— Vulcan. II. 118.

F.

Faboidea ovata. I. 373.
Fallen der Gänge. II. 227.
Faltung des Bodens. II. 267.
Faluns von Bordeaux. I. 367.
— der Touraine. I. 366.
Faraday, Versuche über die Gränzen der Gase. I. 39.
Färöer I. II. 196.
Farrenkräuter. II. 80. 306. 310.
— des Jura. I. 295.
— der Kohle. I. 215.

Farrenkräuter der Trias. I. 262.
— Wassercondensatoren. II. 14.
Fasciolaria Burdigalensis. I. 368.
Fassathal. II. 184. 185.
Faujas de St. Fond. II. 397.
Faulthiere. II. 329.
Fauna von Africa. II. 61.
— der Antillen. II. 61.
Fauna des indischen Archipels. II. 61.
— der gemäßigten Zone von Asien. II. 60.
— des tropischen Asien. II. 61.
— des Corallen-Crag. I. 373.
— der Diluvialzeit. I. 417. 418.
— der gemäßigten Zone von Europa. II. 60.
— der Faluns von Bordeaux. I. 367.
— der Gewässer im Allgemeinen. I. 47.
— des Grobkalks und Londonthons. I. 416.
— des Jura. I. 295.
— der südlichen Meere. II. 61.
— von Neuholland. II. 61.
— von Nordamerica. II. 60.
— des Nummulitenkalks. I. 330.
— des atlantischen Oceans. II. 60.
— des stillen Oceans. II. 61.
— der Oeninger Stinkkalke. I. 383.
— des perm. Systems. I. 239.
— der Polarregion. II. 60.
— von Polynesien. II. 61.
— der secundären Epoche im Allgemeinen. I. 357.
— von Südamerica. II. 61.
— der Tertiärgebilde. I. 392.
— der Trias. I. 264.
— von Van-Diemensland. II. 61.
— , deren Vertheilung auf den Continenten. I. 417.
— der Meere der gemäßigten Zone. II. 61.
— der heißen Zone. II. 61.
Favosites alveolaris. I. 180.
— basaltica,alveolaris,fibrosa. I. 170.
— polymorpha. I. 183.
Feilenmuscheln des Jura. I. 306.
Feldberg, dessen Höhe. I. 60.
Feldspath. I. 121. 129.
— , blättriger. I. 124.
— , erdiger. I. 125.
— , körniger. I. 125.
— Krystalle von Miask. I. 124.
Feldsteinporphyr. I. 128. II. 205.
Felsarten. I. 111.
— deren Beschreibung und Classification. I. 120.
Felsarten, die Kenntniß deren Grund- und zufälligen Bestandtheile. I. 119.
— , deren wesentliche mineralische Elemente. I. 120.
— , granitische. I. 121.
— , metamorphische. I. 159.
— , deren Structur im Allgemeinen. I. 112.
— , deren secundäre Structur. I. 117.
— , deren unbestimmte Structur. I. 114.
— ungeschichtete. I. 159.
Felsberg, Dorf. II. 90.
Felsenmeere. II. 89.
Felsenveränderung durch Wasser. II. 92.
Felsflächen, deren Politur. I. 433.
Felsit. I. 125.
Felsstürze. II. 90.
Felswände, deren Form. I. 422.
Felis cultridens, arvernensis, brevirostris. I. 370.
— smilodon. I. 409. II. 368.
— spelaea antiqua. I. 390.
Fenestella anceps, antiqua. I. 239.
Fer en rognons. I. 147.
— pisolitique. I. 148.
Ferdinandea, vulc. J. II. 135.
Ferrara. II. 34.
Feuersteine. I. 325.
— der Kreide. I. 324.
Feuersteinkreide auf der Insel Rügen. I. 331.
Fichtelberg, dessen Höhe. I. 60.
Findlingsblöcke. I. 419.
— der älteren Alluvion. I. 389.
— vom Eise geflößt. I. 436.
— in Nordrußland. I. 430.
— , deren Ursprung. I. 423.
Fingalshöhle. II. 192. 193.
Finnmark, Uferlinien daselbst. II. 243.
Finsteraar, Firnfeld. II. 4.
Finsteraarhorn. II. 4. 6.
— , dessen Höhe. I. 62.
— , dessen Massiv. II. 289.
Fiorde. II. 242.
Fire-stone. I. 324.
Firn (Névé). II. 4.
Fische. II. 370.
— , deren Entwickelung in den geologischen Epochen. II. 356.
— , deren Erscheinen. II. 369.
— , fossile. I. 381.
— — des Monte Bolca. I. 383. 397.
— — in dem Dachschiefer von Glaris. I. 351.
— , heterocerke. I. 201.
— , homocerke. I. 201.

Fische, mit Knochenplatten gepanzerte. II. 322.
— mit abgerundeten Knochenschuppen. II. 323.
— mit rhomboidalen Knochenschuppen. II. 323.
— der Kohle. I. 222.
— der Kreide. I. 350.
— deren Organisation. II. 320.
— deren Organisations=Entwickelung. II. 323. 324. 325.
— deren Organisationsstufen. II. 347.
— deren Schichtenbildung. II. 76.
— des perm. Systems. I. 240.
— der Trias. I. 268.
— der Uebergangsformation. I. 199.
Fitton. II. 418.
Flabellina rugosa. I. 337.
Flabellinen der Kreide. I. 337.
Flächeninhalt der einzelnen Theile der Continente. I. 67. 68.
Flammenmergel. I. 331.
Flechten. II. 305.
Fledermäuse. II. 329.
Fledermäuse im Grobkalke. II. 367.
Flevo, See. II. 46.
Flintenstein. I. 141.
Flora der gemäßigten Zone. II. 80.
— der heißen Zone. II. 79.
— des Jura. I. 294.
— der Polarregion. II. 80.
— des Oeninger Stinkkalkes. I. 383.
— der Tertiärgebilde. I. 392.
— der Trias. I. 262.
— deren Veränderung in den verschiedenen Zonen. II. 79.
— deren Vergleichung in den verschiedenen Zonen. II. 80.
Flügelhörner des Jura. I. 306.
Flußbette, Erhöhung an deren Mündung. II. 34.
Flußgold. II. 235.
Flußschildkröten, fossile. I. 381.
Fluth in den Aestuarien. II. 48.
— deren Höhe. I. 50.
Flysch. II. 290.
Fontainebleau, dessen Sandsteine. I. 364.
Foraminiferen der Kreide. I 335.
Forest-marble. I. 277.
Forchhammer. II. 424.
Formation, Begriff ders. I. 162.
Formation jurassique. I. 273.
— tertiaire. I. 361.
— Wealdienne. I. 321.
Fossile Bäume im rothen Todtliegenden. I. 234.
— Baumstämme in den Kohlenschichten. I. 231.
Fossile Fische in dem Jura. I. 313.
— Pflanzen im Keuper I. 264.
— der Kohlenzeit. I. 213.
— im Kupferschiefer. I. 235.
— im Thonschiefer. I. 237.
Fossilien im Allgem. I. 4. 5.
— deren Ablagerung. II. 221.
— im calcaire de l'Agenais. I. 367. I. 389.
— der ä. Alluvion Europa's. I. 390.
— America's und Neuhollands. I. 418.
— im aptischen Terrain. I. 333.
— des Tertiärbeckens der Auvergne. I. 370.
— Brasiliens. I. 390.
— der Braunkohlenlager der Wetterau u. bei Eppelsheim. I. 381.
— der Braunkohlenschicht des ostpyren. Beckens. I. 368.
— im Caprotinenkalke. I. 333.
— des Coral-rag. I. 282.
— des Devonischen Systemes. I. 180.
— der Diluvialperiode. I. 415.
— des Eisenroggensteins. I. 285.
— , deren Entstehen. II. 78. 302.
— der Eocenen Periode. I. 415.
— der Faluns. I. 366.
— in den Faluns v. Bordeaux. I. 367.
— im Gault. I. 333.
— der Grobkalkzeit. I. 415.
— des Grobkalks von Bordeaux. I. 367.
— im Grobkalk des Par. Tertiärbeckens. I. 365.
— im unteren Grünsand. I. 333.
— im Gypse und den Gypsmergeln des Par. Beckens. I. 365.
— der Himalaya's=Alluvion. I. 390.
— der Höhlen. I. 386.
— des Jura in Deutschland. I. 291.
— des Jura in Norddeutschl. I. 291.
— im mittleren Jura. I. 292.
— im oberen Jura. I. 292.
— des Keupers. I. 260.
— des Kieselkalks. I. 363.
— des Kohlenkalks. I. 222.
— der Kohlenzeit. I. 213.
— der Kreide. I. 324. 325. 333.
— der chloritischen Kreide. I. 334.
— der weißen Kreide. I. 334.
— des Leithakalks. I. 382.
— der Lettenkohle. I. 258.
— des Lias. I. 281.
— des Lias im deutschen Jura. I. 291.
— des schweiz. Liasmergels. I. 285.
— des Londoner Beckens. I. 372.

Fossilien des Mainzer Tertiärbeckens I. 379. 388.
— im oberen Knochensande des Mainzer Beckens. I. 380.
— des Mergels von Marseille. I. 369.
— der Miocenen Periode. I. 415.
— des Moëllonkalks. I. 369.
— der schweizer Molasse. I. 376.
— der Muschelbänke des südam. Continentes. I. 385.
— des Muschelkalks. I. 258. 266.
— im Néocomien. I. 333.
— im Nerineen- u. Diceratenkalke. I. 192.
— des Norwich-Crag. I. 373.
— des tertiären Süßwasserbeckens von Oeningen. I. 382. 383.
— des mittleren Ooliths. I. 282.
— im oberen Oolith. I. 283.
— — Kimmeridgemergel. I. 283.
— des unteren Ooliths. I. 282.
— des Oxfordmergels. I. 282.
— des Pampasthons. I. 385.
— des Par. Tertiärbeckens. I. 365.
— des perm. Systems. I. 239.
— des perm. Systems in Rußland. I. 238.
— des Mergels bei Perpignan. I. 369.
— des Petersberges bei Mastricht. I. 352.
— in dem Purbeckkalk. I. 322.
— im Sandstein von Fontainebleau. I. 365.
— des bunten Sandsteins. I. 254.
— des senonischen Terrains. I. 334.
— des silurischen Systems. I. 170.
— des Museums von Solothurn. I. 320.
— im Steinsalze. I. 355.
— der Subapenninenformation. I. 384.
— Südaustraliens. I. 391.
— der Superga. I. 384.
— des Süßwassersandsteins. I. 367.
— der meerischen Tertiärgebilde. I. 396.
— der ältesten Tertiärzeit. I. 414.
— des Tegels. I. 382.
— des Thon- und Kalkschiefers bei Aix. I. 369.
— des turonischen Terrains. I. 334.
— des plastischen Thons. I. 363.
— der Süßwassergebilde auf der I. Wight. I. 372.
Fracastoro. II. 381.
Frankreich, Eocene, Miocene u. Pliocene Periode. I. 414.
Frankreichs südliche Küste. II. 186.
Freiberg in S., dessen Höhe. I. 57.
— , Erzlager. II. 204. 206.
Freiesleben. II. 407.
Freundschafts-Inseln. II. 139.
Friedrichshall, dessen Salzlager. I. 255. 256.
Friesische Küste. II. 46.
Frösche, fossile. I. 381. II. 326. 357.
Fucoiden. II. 305. 306.
— , fossile. II. 87.
— in dem Jura. I. 294.
Fucoidenschiefer. II. 290.
Füchsel. II. 395.
Fullers-earth. I. 276.
Furka, dessen Höhe. I. 65.
Fußspuren von Säugethieren und Vögeln im bunten Sandsteine. I. 272.
— von Vögeln im Thale des Connecticut. I. 272.
— bei Hildburghausen. I. 272. 273.
Fusus asper. I. 373.
— Noae. I. 365.
— rostratus. I. 366.

G.

Gadmenthal. II. 212.
Gailenreuth, Höhle. I. 290.
— , deren senkrechter Durchschnitt. I. 388.
Galeriten der Kreide. I. 338. II. 335.
Galerites albo-galerus. I. 338. II. 335.
— depressus. I. 292.
— rotula. I. 333.
Gallionellen. II. 26.
Gallopagos. II. 139.
Ganbecken. II. 6.
Gänge. I. 157.
Ganges. I. 87.
— Delta. II. 42.
— Flußgebiet. II. 20.
Ganggesteine. II. 224. 226.
Gangspiegel. II. 230.
Ganoiden. I. 201. II. 322.
— , eckschuppige im perm. System u. in der Kohlenzeit. II. 349.
— , gepanzerte. II. 347. 348.
— des Jura. I. 313.
— der Kohle. I. 223.
— der Kreide. I. 351.
— mit rhomboidalen Schuppen. II. 349.
— mit rundlichen, dachziegelförmigen Schuppen. II. 351.
Gardasee, dessen Höhe. I. 54. 422.
Garneelen des Jura. II. 346.
Gascogne. I. 78.
Gase, brennbare. II. 137.

Gasteropoden. I. 190. II. 316. 338.
— des perm. Systems. I. 395.
— der Tertiärzeit. I. 395.
Gates auf der Küte von Malabar, deren Höhe. I. 63.
Gault. I. 324. 327. 330.
— in Norddeutschland. I. 331.
— Südfrankreich. I. 329.
Gaviale des Jura. I. 320.
Gazellen. II. 329.
Geest. II. 45.
Gefrierpunkt des Meerwassers. I. 47.
— des süßen Wassers. I. 46.
Geinitz. II. 428.
Gelmerfall. II. 20.
Generatio aequivoca. II. 300.
Generationswechsel. II. 297.
Genfersee. II. 35.
— , dessen Höhe I. 55.
E. Geoffroy St. Hilaire. II. 432.
Geogenie. I. 10.
— des ersten Buchs Moses. II. 371.
Geognosie im Allgemeinen. I. 10.
— , specielle. I. 155.
Geographie, Bedeutung. I. 1. 2.
— , astronomische. I. 1.
— , physikalische. I. 1.
— , vergleichende. I. 5.
Geologie in Deutschland. II. 399.
— in England. II. 416.
— in Frankreich. II. 393 ꝛc. 419.
— , deren Gebiet. I. 1.
— , deren Gegenstand. I. 2.
— , deren Geschichte. II. 375.
— in Italien. II. 423.
— in Nordamerika. II. 424.
— in Scandinavien. II. 424.
— in der Schweiz. II. 421.
— , Verhältniß zur Astronomie. I. 3. 6.
— , Verhältniß zur Geogenie. I. 10.
— , Verhältniß zur Mineralogie und Chemie. I. 6.
— , Verhältniß zur Physik. I. 6.
— , Zweigwissenschaften. I. 7.
Geologische Karten. II. 416.
— von Füchsel. II. 395.
— von Packe. II. 395.
— von Guettard. II. 395.
Georgensgemünd, dessen Knochenlager. I. 381.
Gera, dessen rother Thon. I. 234.
Gergovia. B. II. 172.
Germar. II 429.
Gerolstein. II. 181. 182.
Gerölle der Alpenthäler. I. 419.
Gervillia pernoides. 182.
— pernoides, gastrochaena. I. 292.
Gervillia siliqua. I. 282.
— solenoides. I. 334.
Gesellschafts-Inseln. II. 139.
Gesteine. I. 111.
— , Ablagerung. II. 33.
— , eisenhaltige. II. 26.
— , geschichtete und ungeschichtete. I. 9. 159. II. 1.
— , specifisches Gewicht. II. 32.
— , ungeschichtete, deren Bildung. II. 99.
— , Verbreitungszone. I. 434.
Gétrozgletscher. II. 32.
Gewächse der Tertiärperiode. I. 392.
Geyser von Island. II. 18. 138. 196.
Gießbach im Berner Oberland. II. 20.
Glanzkohle. I. 150.
Glaris, dessen fossile Fische. I. 351.
Glauconit. I 143.
Glauconomya convexis. I. 365.
Gletscher. I. 433. II. 4.
— , Bewegung. II. 4.
— , Moränen. I. 433.
— der Polarregion. II. 11.
Gletschertheorie. I. 433. 434.
— , deren Gegner. I. 434.
Gliederthiere. II. 311. 317.
— der Uebergangsformation. I. 197.
Glimmer. I. 121.
— , künstlicher. II. 218.
Glimmerscheiben in Sibirien. I. 124.
Glimmerschiefer. I. 140.
— im Berner Oberlande. II. 215.
Glyptodon clavipes. I. 406. II. 365.
Gneiß. I. 122. 158. II. 213. 214. 223.
Gold, dessen Lager. II. 235.
Golbau. II. 90.
Goldfuß. I. 199. II. 429.
Golf, elsässischer, des Jurameeres. II. 268. 269.
Golfstrom. II. 50.
Gompholit. I. 151. 374.
Goniatiten. I. 196. II. 340.
Goniatites Hoeninghausi. I. 196.
— costulatus. I. 197. II. 340.
— retrorsus, sphaericus. I. 181.
Goniomya literata. I. 304.
Gorgonia assimilis. I. 183.
St. Gotthard. I. 146.
— , dessen Höhe. I. 65.
— , dessen Massiv. II. 289.
Göttingen, dessen Höhe. I. 57.
Grade der Erde, deren Messung. I. 15.
Granat, künstlicher. II. 218.
Granaten im Weißstein. I. 125.
Grand Pelvoux, dessen Höhe. I. 61.
Grande oolithe. I. 276.
Granit. I. 121. 159. II. 207.

Granit, Adergrau. I. 123.
— der Alpen. II. 208. 209.
— , Böhmischer. I. 159.
— Berge, deren Form. I. 122.
— Gänge bei Brinzio. II. 210.
— in Centralfrankreich. II. 208.
— in Cornwallis. II. 208.
— auf Elba. II. 210.
— in der Auvergne. II. 210.
— am See von Lugano. II. 210.
— des St. Gotthard. I. 127.
— , grobkörniger. I. 124.
— von Heidelberg. II. 209.
— im Irtischthale von Südsibirien. II. 210.
— des Mont-Blanc. II. 209.
— des Odenwalds. II. 208.
— , porphyrartiger. I. 117.
— , porphyrischer. II. 266.
— des Schwarzwalds. II. 208.
— der Vogesen. II. 208.
Graphit. I. 150.
Graptolites. I. 170.
Grauwacke. I. 154.
— , Formation. I. 170.
— Hügel im N. W. von Magdeburg. II. 260.
— , jüngere. I. 163.
— , obere und untere. I. 170.
— , untere. I. 163. 166.
Grauwacken-Glimmer. II. 223.
Great Oolitte. I. 276.
Green sand. I. 323.
Greenough. II. 417.
Greisen. I. 125.
Grenelle, dessen artesischer Brunnen. I. 21. 24.
Grès bigarré. I. 251.
— houiller. I. 202.
— rouge. I. 232.
— vert. I. 323.
Greßly. II. 422.
Greßly's Karte der Korallenbänke im schweiz. Jura. I. 287.
Grindelwaldgletscher. II. 4.
Grobkalk. I. 144. II. 254. 274.
— von Bordeaux. I. 366.
— des Pariser Tertiär-Beckens. I. 363.
Grödenthal. II. 185.
Großglockner, dessen Höhe. I. 62.
Groupe palaeozoique. I. 163.
— supracrétacé. I. 361.
— triasique. I. 251.
Grünsand in England. I. 323.
— in der Montagne des Fis in Savoyen. I. 332.
— , oberer. I. 324. 327.
Grünsand in Südfrankreich. I. 329.
— , unterer. I. 423. 327.
— in Westphalen. I. 331.
Grünstein. I. 132. II. 201.
Grünsteinporphyr. I. 133.
Gryphaea acuta. I. 289.
— arcuata. I. 280. 285. 300.
— bruntruttana. I. 283.
— Couloni. I. 333.
— dilatata. I. 281. 289.
Gryphitenkalk des schweiz. Jura. I. 285.
Guacamayo, Vulcan bei Quito, dessen Höhe. II. 102.
Gualillas, dessen Höhe. I. 65.
Gualtieri, dessen Höhe. I. 63.
Guanarato bei Mexico. II. 228.
Guaranische Reihe. I. 385.
Guatimala, dessen Vulcane. II. 140.
Guayco's vulc. Spalten. II. 157.
Guba, dessen Höhe. I. 65.
Guettard. II. 395.
Gufferlinie. II. 6.
Gurrane tual in Irland, dessen Höhe. I. 60.
Gürtelthiere. II. 329.
— , fossile. I. 406.
Gymnospermen. I. 262. II. 306. 309. 310.
Gyps. I. 146.
— des perm. Systems. I. 236.
Gypsmergel bei Montmartre. I. 364.
— , dessen Steinsalz. I. 259.
Gyracanthus formosus. I. 213.
Gyrolepis Alberti. I. 270.
— maximus. I. 258.

H.

Haff, gr., kl. und frisches. II. 53.
Haie in der Kreide. I. 350.
— im Zechstein. II. 353.
Hainichen in Sachsen, dessen Kohlenschichte. I. 230.
Halianassa Studeri. I. 376.
Hall, S. II. 411. 416.
Hall in Tyrol. I. 143.
Halle, dessen Salzquelle. I. 257.
Hallirhoa costata. 334.
Hamiten. I. 347. 348. II. 342.
Hamites attenuatus. I. 348. II. 342.
— rotundus, flexuosus. I. 334.
Handeck, Wasserfall. II. 20.
Hannover, dessen Tertiärformation. I. 383.
Häringe. II 76.
Hardt. II. 265.
Harlemer Meer. II 57.
Harz. I. 179. 180. II. 259.
— , dessen Karte. I. 233.

Harz, dessen Minen. II. 235.
— , dessen verm. System. I. 236.
— , dessen bunter Sandstein. I. 253.
Hastingssand. I. 323.
Hauptoolith im franz. Jura. I. 280.
Hausmann. II. 407.
Hauynophyr. I. 136.
Hebriden. II. 71. 196.
Hebungen, deren Gleichzeitigkeit. II. 288.
Hebungsrose. II. 253.
Hebungssysteme, deren Abweichungen. II. 252.
— nach Elie de Beaumont. II. 250. 251.
— , Parallelismus. II. 250.
Hecla, dessen Höhe. I. 60.
Heidelberg. I. 162. II. 209.
Heilquellen. II. 22.
Heim. II. 407.
Helicoceras-Arten der Kreide. I. 349.
Helicostegier der Kreide. I. 335.
Helix lapicidites, nemoralites, Lartetii. I. 368.
— Moroguesi. I. 366.
— Ramondi, Cocquii. I. 370.
Helix-Arten des Mainzer Beckens. I. 379.
Hemicidaris (Cidaris) crenularis. I. 298. II. 335.
Hemithren. I. 134.
Herculanum, Zerstörung. II. 147.
Herodot. II. 378.
Herschel. II. 236.
Herzmuscheln. I. 186.
— , deren Ansiedlung. II. 74.
— in der Kreide. I. 342.
Hessen, dessen Tertiärformation. I. 383.
Heterocerken der jurassischen Zeit. I. 313.
Heyou, K.-I. im st. Ocean. II. 64.
Hieroglyphen. II. 373.
Hightea fusiformis. I. 373.
Hilsconglomerat in Westphalen. I. 331.
Hilsthon. I. 291. 331.
Himalaya, Schneegränze. II. 3.
Hindu-Kho, Schneegränze. II. 3.
Hippopotamus. I. 370.
Hippopotamus maior. I. 390.
Hippotherium. I. 366.
Hippuriten i. d. Kreide Südfrankr. I. 329.
Hippuritenkalk. I. 329.
Hippurites organisans, bioculata. I. 340.
Hirsche. II. 329.
Hisinger. II. 424. 428.
Hitchcock. II. 424.
Hoang-ho, Flußgebiet. II. 19.
Hochebenen in dem Himalaya und den Anden. I. 59.
Hochgebirgskalk. I. 294.
Hochheim, dessen Knochenlager. I. 379.
Hochofenerde des ob. Grünsands. I. 324.
Hochplateau's. I. 81.
Hochsimmer. II. 180.
Hoffmann, Friedrich. II. 415.
Höhenrauch bei vulc. Erscheinungen II. 111.
Höhlen. I. 385.
— Knochen-, in Brasilien. I. 390.
Holaster complanatus. I. 327. 330. 338. II. 336.
Holland. II. 38.
Holoptychius Hibberti. I. 213.
— nobilissimus, giganteus. I. 181.
Holothurien. II. 313.
— Region. II. 62.
Holz, dessen Veränderung im Wasser. II. 86.
Homalonotus. I. 198.
— Knightii. I. 171.
Homocerken der jurassischen Zeit. I. 313.
Höninghaus. II. 428.
Hooke. II. 383.
Hornblende. I. 126.
— -fels. I. 133.
— -schiefer. I. 133. II. 215.
Hornito's, vulc. Oeffnungen. II. 133.
Hornporphyr. II. 205.
Houille. I. 149.
v. Humboldt, Alex. II. 100. 407.
Hunde. II. 367.
Hünengräber. II. 84.
Hungerbrunnen. II. 17.
Huronensee, dessen Höhe. I. 55.
Hutton. II. 375. 410. 416.
Hyalomict. I. 125.
Hyalo-Turmalin. I. 126.
Hyaena arvernensis. I. 370.
— intermedia. I. 370.
— spelaea. I. 410. II. 367.
Hyaenodon brachyrhynchus. I. 366.
— leptorhynchus. I. 370.
Hybodonten der Kohle. I. 222.
— der Trias. I. 268. II. 353.
Hybodus plicatilis. II. 353.
— tenuis, plicatilis. I. 269.
Hyotherium. I. 381.
Hypsiprimnus. I. 392.
Hypanthocrinus decorus. I. 181. II. 333.
Hyperit. I. 137. II. 200.
— im Ural. II. 201.
Hypersthengesteine. I. 136.
Hypersthenfels. II. 200.
Hyracotherium. I. 373.
Hystrix cristata. I. 370.

J.

Jade. I. 137.

Jahde. II. 46.
Jäger. II. 432.
Jameson. II. 406.
Janassa angulata. I. 239.
Jaspis I. 141.
Java. II. 116.
— , Giftthal daselbst. II. 138
Ichthyoden. II. 325.
Ichthyodoruliten I. 172. 199. 222.
Ichthyosauren. II. 359.
— in dem Lias. I. 315. 316.
Ichthyosaurus communis. II. 359.
— communis, platyodon. I. 317.
— tenuis. I. 292.
Idocras, künstlicher. II. 218.
Indus. I. 87.
— , Flußgebiet. II. 20.
Indus-See, dessen Höhe. I. 55.
Jenisei, Flußgebiet. II. 19.
Jerusalem, dessen Höhe I. 59.
Iguanodon Mantelli. I. 353.
Illaenus crassicauda. I. 181.
Infusorien. II. 312.
— , deren Bildung. II. 300.
— , fossile. II. 73.
— der Kreide. I. 325.
— , Schichtenbildner. II. 22. 73.
— der Tertiärperiode, I. 393.
Inoceramen der Kreide I. 343.
Inoceramus concentricus. I. 330. 343.
— Cuvieri, Lamarckii. I. 334.
— gryphoides. I 292.
— inversus. I. 180.
— sulcatus. I. 333.
Insecten im Bernstein und der Braunkohle. I. 395.
— der Jurazeit und der Tertiärgebilde. II. 317. 320.
— in der Kohle. I. 222.
— Schichtenbildung. II. 76.
Insectenfresser. II. 329.
— in den jüngsten Tertiärschichten. II. 366.
Inseln. I. 88.
— , griechische. II. 139.
— , japanische. II 139.
Jorullo, Vulcan. II. 109. 115. 244.
— , dessen Ausbruch. II. 131.
— , dessen Böschung. II. 121.
— , dessen Entstehung. II. 133.
Iremel, dessen Höhe. I. 62.
Irtisch, der hohe, dessen Höhe. I. 58.
— , Thal desselben. II. 210.
Ischia. I. 130. II. 149.
Ischyodon helveticus. I. 376.
Isère. II. 282.
— Neigung. II. 28.
Island. II. 139. 196.
Island, Kieselablagerung durch die Geyser. II. 25.
Isocardia excentrica. I. 283. 292.
Isothermen. I. 24. 26.
Ispahan, dessen Höhe. I. 59.
Italien, dessen Eocene, Miocene und Pliocene Periode. I. 414.
Judenstein I. 124.
Julia, J. II. 76.
— , deren untermeerische Böschung. II. 121.
— , deren Entstehung. II. 111. 115.
Jungfrau, deren Höhe. I. 62.
Jupiter. I. 42.
Jura. II. 240.
— in den Alpen, dessen Ausbreitung. I. 293.
— , der braune. I. 289.
— , dessen Constitution. I. 356.
— in Deutschland. I. 288.
— in England. I. 275. 279.
— in Frankreich. 279. 280.
— , der fränkische. I. 289.
— in Norddeutschland. I. 290.
— , der schwarze. I. 288.
— , der schweizerische. I. 283. 284. 287.
— , der weiße. I. 289.
Juraformation. II. 254.
Jurakalk in den Alpen. I. 293.
Jurameer. II. 268.
Jurassische Gebilde. II. 267.
Jurassisches System. I. 251. 273. 274.

K.

Kaimeni, J., vulc. II. 134.
Kairo. II. 38.
Kalk-Ablagerungen, kohlensaure. II. 24.
— , Entstehung I. 250.
— -Gesteine. I. 141.
— , kohlensaurer. I. 141.
— , körniger. II. 215.
— , krystallinischer. II. 223.
— , oolithischer in der Trias. I. 256.
— , rauchgrauer. I. 254.
— , rauchgrauer von Friedrichshall. I. 256.
Kalkkeile im Granit. II 211.
Kalklager des südlichen Tyrols. II. 185.
Kalkschiefer. I. 154.
— bei Aix. I. 369.
Kalkstein von Beauce. I. 364.
— von Friedrichshall. I. 256.
— , gelber, des Mainzer Beckens. I. 379.
— , compacter. I. 143.
— , concretionirter. I. 142.
— , krystallinischer. I. 141.

Kalkstein, oolithischer, im schw. Jura. I. 285.
— , rothsandiger, im schweiz. Jura. I. 286.
— , schieferiger, in der Grafschaft Pappenheim. I. 290.
— , schwarzer, in den Pyrenäen und Alpen. I. 329. 330.
— , dessen theilweise Structur. I.
— des Westpyrenäen-Tertiärbeckens. I. 367.
Kalktuffe, deren Bildung. II. 23.
Kammmuscheln. II. 338.
— , deren Ansiedlung. II. 74.
— des Jura. I. 302.
— des Muschelkalkes. I. 266.
— , Region. II. 62.
Kamtschatka. II. 140.
Kander, Fl. II. 94.
Kaolin. I. 125.
Karpathen. II. 275.
Karrenfelder. II. 91.
Karten, geologische. I. 99.
— des Tertiärbeckens von Paris. I. 100.
— des Jura in der nördl. Schweiz, von Gressly. II. 269.
Karyophylleen. II. 66.
Kasan, dessen Höhe. I. 57.
Kasbek, dessen Höhe. I. 62.
Kaschmir. I. 59.
Kaspisches Meer. II. 137.
— , dessen Salzgehalt. I. 46.
Katabothra. II. 15.
Katakomben von Alexandrien. II. 41.
Katarakten. II. 20.
Katharinenburg, dessen Höhe. I. 57.
Katlagia, Vulcan. II. 117.
Katzen, fossile. I. 408. II. 367.
Kaulquappen. II. 326.
Kaup. II. 432.
Kegel der Vulcane. II 101.
Keilhau. II. 424.
Kelat, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Kellowayfelsen. I 278.
Kessel. I. 94.
Kesselthäler in Griechenland. II. 15.
Keuper. I. 354.
— des nordwestlichen Deutschlands. I. 260
— , dessen Fossilien. I. 260.
— , dessen fossile Pflanzen. I. 264.
— in Lothringen. I. 260.
— -Sandstein. I. 259.
— des Schwarzwaldes. I. 259.
— in Thüringen. I. 260.
— des Trias. I. 258.
Keyserling. II. 428.
Kiemenfüßler. I. 197. II. 318.
Kiesel I. 141.
Kieselbildung in der Kreide. I. 326.
Kieselerde. II. 212. 213. 224. 225.
Kieselguhr. I. 141. 325.
Kieselinfusorien der Kreide. I 325.
Kieselkalk von St. Ouen. I. 363.
Kiesellager im Portlandkalk. I. 279.
Kieselsand des Wiener Beckens. I. 381.
Kieselsinter. II. 25.
Kilometer. I. 14.
Kimmeridge-Mergel des schweiz. Jura. I. 278. 287.
Kirkdale in Yorkshire, dessen Knochenhöhle. I. 389.
Kliantscheek, dessen Höhe (Kamtschatka). I. 62.
Klima der erratischen Zeit. I. 435.
— der Kohlenzeit. I. 227.
Klimadifferenz in Petersburg. I. 242.
Klimatenverhältniß, das jetzige. I. 242.
Klingsteine. I. 132.
Klutscheff, Vulcan in Kamtschatka. II. 122.
Knochenbreccien. I. 151. 385.
— Neuhollands. I. 391.
— in Neuseeland. I. 392.
Knochenfische der Kreide. I. 351.
— , normale, deren Organisation. II. 323.
— , regelmäßige der Kreide. II. 354.
Knochenhecht. II. 350.
Knochenhöhlen. I. 385.
Knochenlager von Georgensgemünd. I. 381.
— des Lias bei Bristol. I. 275.
— von Sansans im Gersdepartement. I. 367. 368.
— von Weißenau und Hochheim. I. 379.
Knochensand, oberer, des Mainzer Beckens. I. 380.
— bei Oppenheim und Eppelsheim. I. 380.
Knochenthone Brasiliens. I. 39
Knorpelfische. I. 201.
— , haifischartige. I. 222.
— , höhere. II. 321.
— der Kreide. I. 350.
— , quermäulige. II. 351.
— , rundmäulige. II. 351.
Knorr, G. II. 426.
Knotenkalk. I. 289.
Kunkoköpfe. II. 180.
Kobiwüste, deren Höhe. I. 59.
Kohlenanalyse von Regnault. I. 225.
Kohlenbecken von Aveyron. I. 229.
— , Entstehung. I. 227.
— Frankreichs. I. 229.

Kohlenbecken von Wales. I. 202.
Kohlenformation in England. I. 202.
Kohlengebilde im Norden der Bretagne. II. 262.
— am Bristolkanal. II. 264.
— in England und Belgien. II. 263.
— von Forez. II. 263.
— im Mansfeldischen. II. 263.
— von Tarare im Central-Frankreich. II. 262.
— in dem Depart. du Var in Südfrankreich.
— eines Theils der Vogesen. II. 263.
Kohlengebirge in England, dessen Schichtenfolge. I. 201.
— von der Mark. II. 264.
— von Newcastle. I. 231.
Kohlenkalk Englands. I. 202. 203.
— , dessen Fossilien. I. 222.
Kohlenlager, deren Entstehen. I. 224.
Kohlenmeere. II. 260. 261.
Kohlensandstein. I. 202.
Kohlensäure in der Atmosphäre. I. 38.
Kohlensäuremenge auf der Erde. I. 250.
Kolivan-See, dessen Höhe. I. 58.
Kometen. I. 43.
Königskrone. I. 126.
Koninck. II. 428.
Kopffüßler. I. 193. II. 317.
Korallen. II. 63. 332.
— des weißen Jura. I. 289.
— , deren Region. II. 62.
Korallenbänke im gr. Oolith. I. 276.
Korallenkalk. I. 278.
— des Jura. I. 293.
— im Berner Jura. I. 287.
Korallenoolith im Berner Jura. I. 287.
Korallenpolypen des Jura. I. 295.
Korallenriffe. II. 21. 72.
— , deren Anbau im Allgemeinen. I. 375.
— , deren Anbau im Jurameere. I. 359.
— , deren geogr. Vertheilung, Gestaltung und Bestandtheile. II. 64. 66. 67. 68.
— fossile, des Jura. I. 358. 359.
— im jurassischen Meere Englands. I. 278.
Korallenthiere. II. 67.
Kornstein. I. 172.
Kosmogenieen der alten Völker. II. 376.
Kottenheim. II. 180.
Krabben. II. 319.
Krabbenarten der Kreide. II. 346.
Krater. II. 101.
Krebse der Trias. I. 268.
— , langschwänzige. II. 346.
Krebse, zehnfüßige. II. 319.
Kreide. I. 142 II. 192.
— in den Alpen. I. 332.
— , deren Ausbreitung. I. 329.
— , chloritische. I. 143.
— , chloritische, in Südfrankreich. I. 329.
— in Deutschland. I. 330.
— , die obere in England. I. 321.
— , deren Entstehung. I. 360.
— im schweiz. Jura. I. 326.
— , Mastrichter. I. 329.
— in Nordfrankreich. I. 327.
— in Südfrankreich. I. 328.
— , unreine. I. 324.
— , deren geograph. Verhältnisse. I. 321.
— , weiße in England. I. 324. 325.
Kreideformation bei Paris. I. 327.
— in der Schweiz. II. 241.
Kreidemeer, nördliches. II. 272.
— südliches. II. 273.
Kreidemergel. I. 324.
— in Deutschland. I. 331.
Kreidetuff in Nordfrankreich. I. 328.
Kreiselschnecken. I. 191.
Krokodile, deren Organisation. II. 327.
— in der Kreide und in Tertiärgebilden. II. 359. 360.
Kröten. II. 326.
Krottenschüsseli-Schicht des Süßwasserbeckens von Oeningen. I. 382.
Kruckfuß. II. 46.
Krystallbildung. I. 115.
Kupfer, dessen Lager. II. 235.
Kupfergruben von Richelsdorf, Zaunsdorf, Saalfeld, Mansfeld. I. 235.
Kupferschiefer. I. 154.
— bei Mansfeld. I. 240.
Kurilen. II 139.
Küstenriffe. II. 66. 69.

L.

Laacher-See. II. 138. 179.
Labrador. I. 134.
Labyrinthodonten der Trias. I. 270. 272. II. 356.
Lac de Jour. II. 15.
Lacadiven, J. II. 64. 72.
Ladogasee, dessen Höhe. I. 55.
Laganum tenuissimum. I. 394. II. 336.
Lago maggiore, dessen Höhe. I. 54.
Lagomys. I. 390.
Lagonien. II. 137.
Lagunen. II. 52.
— der adriat. Küste. II. 43.
Lagunenriffe. II. 64.
Lahore, dessen Höhe. I. 58.

Lamarck. II. 427.
Laminarien, deren Region. II. 62.
Lamna cuspidata, contortidens. I. 376.
— elegans. I. 365.
— Hopei. I. 397. II. 354.
Lampreten. II. 321.
Lancerota, J. II. 76. 130.
Land, dessen Vertheilung auf den Hemisphären. I. 48.
Landthiere, reißende. II. 330.
Langkoffel. II. 185.
Längsthäler. I. 94.
Lanka-See, dessen Höhe. I. 55.
Lapis corneus. I. 133.
Laplace. II. 236.
Lardy. II. 422.
Laubstock. II. 211.
Laurillard. II. 431.
Lauteraar. II. 4.
Lava. I. 33. 150. II. 105. 106.
— , deren Hitze. II. 122. 123.
— , deren Erkalten. II. 124.
— , trachytische. II. 168.
— , deren Wassergehalt. II. 200.
Lavaströme. I. 33. II. 122. 107.
— des Aetna vom J. 1603. II. 95.
— , deren Dimensionen. II. 129.
— , deren Gefälle. II. 126.
— , deren Geschwindigkeit. II. 129.
— , prismatische. II. 168.
Lebermoose. II. 305.
Lehm. I. 153.
Lehmann. II. 395.
Leibnitz. II. 393.
Leithakalk. I. 382.
Lena-Flußgebiet. II. 19.
— -Quelle, deren Höhe. I. 57.
— , deren Höhe bei Tamenosok, I. 57.
Leonardo da Vinci. II. 381.
v. Leonhardt. II. 407.
Lepidodendron elegans. I. 219.
— ornatissimum, crenatum, aculeatum. I. 213. II. 307. 308.
Lepidoiden. II. 349.
— des Jura. I. 314.
— der Kohle. I. 224.
Lepidolith. I. 121.
Lepidosiren. II. 325.
Lepidosteus. II. 325.
Lepidotus gigas, Tetragonolepis. I. 292.
Lepidoten des Jura. I. 314.
Leptaena analoga. I. 180.
— sericea, transversalis. I. 171.
— lata (sarcinulata). I. 189.
Leptinit. I. 125.
Letten des perm. Systems. I. 236.
Lettenkohle. I. 258.
— , deren Fossilien. I. 258. 259.
— bei Basel. I. 260.
Lettsteine. I. 286.
Leucitophyr. I. 136. II. 144.
— der Rocca Monfina. II. 164.
Leuk, Bad. II. 280.
Leverrier. II. 236.
Lias, oberer in England. I. 275.
— , unterer in England. I. 275.
— , dessen Fossilien. I. 281.
— des deutschen Jura. I. 289.
— des franz. Jura, und dessen Fossilien. I. 280.
— des schweizerischen Jura. I. 285.
Liaskalk in England. I. 275.
— des schweiz. Jura. I. 285.
Liasmergel, dessen Fossilien. I. 285.
Libellen von Solenhofen. I. 312.
Lido. II. 42.
Lierenkopf. II. 180.
Lignite. I. 149. 260.
Liliencrinit im Muschelkalk. I. 265.
Lima elegans. I. 333.
— (Plagiostoma) gigantea. I. 306.
— plicatilis. I. 334.
— proboscidea. I. 282. 292.
Limon. I. 153.
Limulus oculatus. I. 239.
Lingula attenuata. I. 171.
Linné. II. 394.
Linthblöcke. I. 425.
Liparische Inseln. II. 149.
Lister, Martin. II. 382.
Lithodendron trichotomum. I. 292.
Lithologie. I. 111. 118.
Littorina striatella. I. 171.
Littorinen des Mainzer Beckens. I 379.
Lituiten. I. 195. II. 344.
Lituites giganteus. I. 196. II. 344.
Lituola nautiloidea. I. 337.
Llandeilogesteine. I. 166.
Llanos. II. 80.
Lobophyllia semisulcata. I. 296.
Loiret, dessen Wassermasse. II. 16.
Londoner Becken, dessen Schichtenfolge. I. 370.
Londonthon der J. Sheppey. I. 372.
Lophiodon. I. 365. 368. 369.
— isselense, medium. I. 365.
Lophiodon-Arten. I. 404.
Lophiodonten der Miocenen Periode. I 415.
Lorbeer, dessen Vorkommen. II. 80.
Lorenzostrom, Flußgebiet. II. 19.
Löß. I. 380. 429.
Lößkindel. I. 429.
Lothringen, dessen Keuper. I. 260.

Lothringen, Muschelkalk. I 260.
— , Steinsalzschichten. I. 261.
Lowerz, Dorf. II. 91.
Lowerzer See. II. 91.
de Luc, S. A. II. 399.
Lucina antiqua. I. 180.
— columbella. I. 368.
— gigantea. I. 367.
— des Mainzer Beckens. I. 379.
— saxorum. I 365.
Ludlow-Felsen. I. 167.
Lufttemperatur, ihr Verhältniß zu der der Erde. I. 20.
Lugano. II. 184.
— , dessen Höhe. I. 54.
Lumachellenkalk. I. 144.
Lund. II. 432.
Lüneburger Haide, deren Infusorienablagerung. II. 73.
Lüneville, dessen Höhe. I. 56.
Lunulacardium canalifer. I. 180.
Lutra arvernensis. I. 370.
Lycophrys lenticularis. I. 367.
Lycopodiaceen. II. 306.
— der Kohle. I. 215.
Lyell. II. 419.
Lymnaea cylindrica, cornea. I. 366.
— cornea. I. 370.
— longiscata. I. 365. I. 373.
— Ore-longo, stagnalis, longiscata, acuminata. I. 368.
Lyon, dessen Höhe. I. 56.

M.

Maare der Eifel. II. 179.
Mac-Culloch. S. II. 418.
Macigno. I. 152. II. 292.
Mackenzie, Flußgebiet. II 20.
Macon, dessen Höhe. I. 56.
Macropus Titan, Atlas. I. 392.
Macrotherium giganteum. I. 368.
Mactra trigona. I. 258.
Madreporen. II. 66.
Madrid, dessen Höhe. I. 56.
Maeandrina montana. I. 296. II. 66.
— des Jura. I. 295.
Mächtigkeit. I. 157.
Mächtigkeit der Gänge. II. 228.
Mäuse, fossile. I. 381.
Mäftricht, dessen Fossilien. I. 352.
Mageron, Schneegr. II. 3.
Magnesia. II. 188.
Magnesian limestone. I. 163. 237.
Magneteisenstein. I. 148.
Maibrunnen. II. 17.
Mailand, dessen Höhe. I. 56.
Makrelen. I. 397.
Makruren. II. 319.
Maldiven, J. II. 64. 72.
Malermuscheln. II. 315.
Malpays. II. 132. 246.
Mamillaria Desnoyersi. I. 295.
Manati. II. 329.
Manatus fossilis. I. 366.
v. Mandelslohe. II. 421.
Mandelsteine, granitische. I. 118.
— , porphyrische. I. 118.
Mansalek-See. II. 39.
Mansfeld, dessen Kupfer- und Cobaltgruben. I. 235.
Mantell. II. 432.
Mantellien des Jura. I. 295.
Mantua, dessen Höhe. I. 56.
Mapam-See, dessen Höhe. I. 55.
Maranhon. I. 59. II. 49.
Marder, fossile. I. 381.
Mareotis-See. II. 39.
Marianen-J. II. 140.
Mariottisches Gesetz. I. 39.
Marly-sandstone. I. 276.
Marmor. I. 144. II. 212. 215.
— , geäderter. I. 144.
— von Campan. I. 175.
— von Givet. I. 175.
— von Plymouth. I. 175.
— , künstlicher. II. 192. 217.
— , Structur. I. 116.
Marnes irisées. I. 258.
Marquesas-Inseln. II. 137.
St. Martin de la Guepie. II. 199.
Martinique, J., Schwefelgruben. II. 137.
Martorf. II. 57.
Massen, unregelmäßige. I. 158.
Mastodon. I. 380.
— angustidens. I. 366. 370. 381.
— angustidens, turicensis. I. 376.
— australis. I. 406. II. 363.
— tapiroides, angustidens. I. 368.
Mastodonsaurus Jaegeri, dessen Schädel. II. 357.
Mastodonten. I. 405. II 363.
Materie, organische. II. 370.
Mauna Roa, dessen Höhe. I. 63.
Mayppo, Vulcan. II. 158.
Medea, dessen Höhe. I. 63.
Meerfelder Maar. I. 48. 49. II. 181.
Meerlilien. II. 313. 314. 332.
Meer, dessen Wärme. II. 221.
— , dessen Wirkung auf seine Ufer. II. 52.
Meere, deren Beschaffenheit zur jurassischen Zeit. I. 287.
— der paläoz. Zeit, deren Beschaffenheit. I. 247.
Meeresgrund, dessen Bewohner. II. 63.
Meerespflanzen, Bedeutung in der Geologie. II. 87.

Meeresniveau. II. 242.
Meeresspiegel, verschieden in den Meeren. I. 51.
— , als Meßgrundlage. I. 50. 51.
Meeresufer, sandige. I. 105.
Meerwasser. II. 21.
— , dessen specifisches Gewicht. I. 44.
— , dessen Salzgehalt. I. 44. 46.
Megalichthys Hibberti. I. 223.
Megalodon cucculatus. I. 180.
Megalosaurus. I. 353.
Megalurus von Solenhofen und Kehlheim. I. 315.
Megatherien. I. 407.
Megatherium Cuvieri. I. 407. II. 364.
Meile, deutsche. I. 14.
— , englische. I. 14.
Meißner, B. in Hessen. II. 175.
Melania inquinata. I. 365.
— prisca. I. 171.
Melanopsis buccinoidea. I. 365.
Melaphyr. I. 135. II. 183.
— im Fassathal. II. 184. 185.
— bei Caltonhill. II. 184.
— im Thal von Lugano. II. 184.
Melocrinus laevis. I. 180.
Menam. II. 19.
Meniskus. I. 15. 79.
Mensch, dessen Organisation. II. 329.
Menschen, als Autochthonen. II. 373.
— -Racen, deren Entstehen. II. 373. 374.
— , deren Verbreitung II. 373.
Mer de Glace des Mont-Blanc. II. 209.
Mergel. I. 143.
— , bunter, der Trias. I. 259.
— des Lias bei Gundershofen. I. 289.
— , graugelber, der Faluns der Touraine. I. 366.
— , gypshaltiger, des Par. Tertiärbeckens. I. 363.
— bei Neuenburg. I. 332.
— in der Bathgruppe des schweiz. Jura. I. 285.
— , sandiger, bei Perpignan. I. 369.
— , schieferiger. I. 237.
— bei Marseille. I. 369.
— , strontianhaltiger. I. 364.
— des perm. Syst. I. 236.
Mergelkalk des Mainzer Beckens. I. 379.
Mergelschichte als Wassergränze. II. 16.
Mergelschiefer. I. 154.
Merian, Peter. II. 421.
Metalldiebe. II. 233.
Metamorphische Höfe. II. 223.
Metamorphismus. II. 217 rc. 425.
— in den Alpen. II. 425.
Metamorphismus, normaler und zufälliger. I. 247. II. 222.
Metamorphose der Steinkohle. I. 226.
Metamorphosenreihen in den Graubündtner Alpen, nach Escher v. d. Linth und Studer. II. 216.
Meteorologie. I. 1.
Meteorsteine. II. 118.
Meter, dessen Größe. I. 13.
Methone, Vorgebirge. II. 139.
Metz, dessen Höhe. I. 56.
Meudon, dessen Gipfelhöhe. I. 60.
Meyen, dessen Höhe. I. 60.
v. Meyer, H. II. 429.
Merico. II. 131.
— , dessen Höhe. I. 59.
— , Schneegr. II. 3.
— , dessen Vulcane. II. 140.
Miask. I. 124. 126.
— , dessen Höhe. I. 57.
Miaskit I. 126.
Micaschiste. I. 140.
St. Michael, Kieselablagerung. II. 25.
Michigan-See, dessen Höhe. I. 55.
Microtherium. I. 381.
— , Renggeri. I. 376.
Miesmuscheln der Kreide. I. 344.
Mikri-Kaimeni. II. 135.
Millepora madreporiformis. I. 213.
Milioliten der Kreide. I. 335.
— im Grobkalk von Bordeaux. I. 367.
Miliolites trigonula. I. 365.
Milne-Edwards. II. 429.
Milo, J. II. 139.
Milseburg. II. 162.
Milstone grit. I. 202. 203.
Miltz (Marocco), dessen Höhe. I. 63.
Minen. II. 224.
Mineralien in ihren Lagern. II. 225. 226.
Mineralogie, Verhältniß zur Geologie. I. 6.
Mineralquellen. I. 43. II. 22. 138. 223.
— Norddeutschlands. II. 279.
Mineralspecies. I. 119.
Mineralwasser. II. 21.
Miocene Periode. I. 413.
Missisippi-Delta. II. 43. 48.
— -Flußgebiet. II. 19.
— , Wasserbestandtheile. II. 44.
Mittelländisches Meer, dessen Salzgehalt. I. 45.
Mittelmeer, dessen Fluth. I. 50.
— , dessen Salzgehalt. I. 355.
Mittelmoräne. II. 6.
Mkylla (Tunis), dessen Höhe. I. 63.
Modiola Pallasi. I. 239.

Modiola plicata. I. 282.
— tulipea. I. 282.
Moellonkalk. I. 369.
Moena in der Nähe von Lugano. II. 184.
Molasse. I. 152. II. 254. 277. 292.
— d'eau douce. I. 367.
— der Jurathäler. I. 375.
— in der Schweiz. I. 374.
— , deren Verhältniß zu den übrigen geol. Formationen. I. 375. 376.
Molasseberge der Schweiz. I. 78.
Molassengebirge. I. 361.
Molche. II. 326.
— , fiementragende. II. 357.
Molucken, J. II. 139.
Mollusken. II. 59. 74. 75. 224. 311. 315. 336.
— im Jura. I. 287.
— , deren Region. II. 62.
— der Tertiärzeit. I. 395.
— der Uebergangsformation. I. 185.
Mondesfluth. I. 50.
Mongibello. I. 151.
Monodelphen. II. 328.
Monodonta purpurea. I. 191.
Monokeln. II. 318.
Monokotyledonen der Trias. I. 262. II. 306. 310.
Monomyarien. I. 186.
— des Muschelkalkes. I. 266.
Monotremen. II. 328.
Mons, dessen Kohlenschichte. I. 230.
Mont Genevre. II. 199.
Mont Leberon, dessen Höhe. I. 61.
Mont d'Or. II. 160. 283.
Mont Perdu, dessen Höhe. I. 61.
Mont Ventour, dessen Höhe. I. 61.
Mont Viso, dessen Höhe. I. 61. II. 273.
Montagna di Ruega. II. 130.
Montagne de Roquebrune. II. 204.
Montagne de Ste. Victoire, deren Höhe I. 61.
Montblanc. II. 209. 287.
— , dessen Höhe. I. 62.
— , dessen Karte. I. 107. II. 290.
— , dessen Massiv. II. 288.
Mont Cenis, dessen Höhe. I. 65.
Monte-Bolca, dessen fossile Fische. I. 383.
Monte Cammino. II. 163.
Monte Chahorra. II. 164.
Monte delle Cortinelle. II. 162.
Monte Massico. II. 163.
Monte Nuovo. II. 115. 120. 149.
— , dessen Kegelböschungswinkel. II. 121.
Monte Rosa. II. 199.
— , dessen Höhe. I. 62.
Monte rotondo (Corsica), dessen Höhe. I. 61.
Monte Santa Croce. II. 162. 163.
Monte Velino (Apenninen), dessen Höhe. I. 61.
Monti Attani. II. 163.
Monti Rossi. II. 152. 155.
Monti dei Sanniti. II. 163.
Montmartre, dessen Gypsmergel. I. 364.
Montmorency, dessen Sealdhöhe. I. 60.
Moordorf. II. 84.
Moose. II. 305.
— , deren Vorkommen. 2. 80.
Moostorf. II. 82. 84.
Moräne. II. 6.
Morea, dessen Erdbildung. II. 15.
Mosasaurus Hofmanni. I. 352. II. 358.
Moscau, dessen Höhe. I. 57.
Moschus. I. 368.
Mosenberg (in der Eifel), dessen Kegelböschungswinkel. II. 121. 181. 182.
Mouna Roa, Vulc. II. 139.
Mountain limestone. I. 202.
Moya, vulc. Product. II 115.
Muggendorf, Höhle. I. 290. 389.
Mühlberg. I. 95.
Mühlsteine. I. 141.
— von Brie. I. 364.
— von Montmorency des Par. Tertiärbeckens. I. 364.
Mühltrachyte. I. 130.
Mumien. II. 373.
München, dessen Höhe. I. 57.
v. Münster. II. 429.
Murchison, R. J. II. 418. 428.
Murchisonia angulata. I. 181.
— coronata. I. 192.
Murex tubifer. I. 373.
— turonensis. I. 366.
Muschelbänke. II. 21. 63. 74. 75.
— , fossile. I. 61.
— , Region. II. 62.
— des südam. Continentes. I. 385.
Muschelkalk, dessen Formation. I. 257.
— , dessen Fossilien I. 258. 266.
— von Friedrichshall I. 262.
— von Lothringen. I. 260.
— des Odenwaldes. I. 255.
— , dessen Schichtung. II. 267.
— , dessen Verbreitung. I. 257.
— in Westphalen. I. 257.
Muschel-Molasse. II. 280. 281.
Muschelsandstein. I. 374.
Muschelthiere. II. 336.
— , deren Entwickelungsgeschichte. II. 315.
Mustela. I. 390.
— plesictis. I. 370.

Digitized by Google

Mya mandibula. I. 283.
— rugosa. I. 283.
Myliobaten. 397.
Myliobates punctatus. I. 397. II. 354.
— toliapicus. I. 373.
Mylodon robustus. I. 409. II. 365.
Myophoria curvirostris, laevigata. I. 258.
— vulgaris. I. 267.
Myoxus. I. 415.
Myriameter. I. 14.
Myrthen, deren Vorkommen. II. 80.
Mysore, dessen Plateauhöhe. I 59.
Mystriosaurus Tiedemanni. I. 320.
Mytilus pectinatus. I. 292.
— simplex. I. 344.

N.

Nacktkiemer, Region. II. 62.
Nadelhölzer. II. 306.
— der Trias I 262.
Nagelflue. I. 151. 374. II. 292.
Nagethiere. II. 329.
— im par. Grobkalk II. 366.
Nancy, dessen Höhe. I. 56.
Nants sauvages. I. 432. 434.
Naphta. II. 137.
Nashörner, fossile, im sibir. Eise. I. 404.
— der jüngsten Tertiärzeit. II. 364.
Natica. I. 191.
— excavata, gaultina. I. 334.
— Gaillardoti. I. 258.
— glaucina. I. 368.
— labellata. I. 366.
— lyrata. I. 346.
— olla. I. 366.
— patula. I. 367.
— subcostata. I. 191. II. 338.
Nauheim, Salzquelle. II. 18.
Naumann. II. 416.
Nautiliden. I. 194. 196. II. 340. 343.
— des Jura. I. 310.
— der Kreide. I. 346.
Nautilus. II. 317.
— agariticus. I. 292.
— aratus. I. 292.
— elegans, laevigatus, triangularis. I. 334.
— germanicus. I. 181.
— globatus. I. 213.
— Lamarckii. I. 365.
— lineatus. II. 344.
— pseudoelegans. I. 333.
Navarra, dessen Salzquellen. II. 202.
Navicellen II. 73.
Neapel. II. 144.
— , die Hundsgrotte. II. 138.
— , geologische Karte. II. 143.
Nebel, trockne bei vulc. Erscheinungen. II. 111.
Nehrung, frische und kurische II. 53.
Néocomien. I. 326.
— in den Alpen. I. 332.
— in Nordfrankreich. I. 327.
— , oberes, in Südfrankreich. I. 328. 329.
Neo-Kaimeni. II. 135.
Nephelin. I. 126.
Nephelit. I. 136.
Neptun, Planet. II. 236.
Neptunisten des Alterthums. II. 378.
Neptunisches System. I. 9.
Nera, Fl., dessen Travertin. II. 23.
Nerinea-Arten des Jura. I. 307.
— des Néocomien. I. 332.
— gigantea, Archimedis. I. 333.
— Gosae, lobata. I. 333.
— nodosa. I. 282.
— suprajurensis. I. 308.
— Mosellae. I. 308.
Nerineenkalk im Bern. Jura. II. 287.
— im fränk. Jura. I. 290.
Neriten des Mainzer Beckens. I. 379.
Nerita spirata. I. 171.
Neritina conoidea. I. 365.
Nette. II. 179.
Neu-Caledonien, Karte. II. 66.
Neufchatel, See von, dessen Höhe. I. 55.
Neuholland. II. 81.
Neunaugen. II. 321.
Neusalzwerk. I. 22.
Neuwied. II. 179.
Nevada de Illimani, deren Höhe. I. 63.
New red sandstone. I. 251.
Newcastle. I 231. II. 193.
Niagara, Wasserfall. II. 20.
Niagarafälle. II. 96.
Nikenicher Sattel. II. 180.
Niederlande. II. 38.
Niedermendig. II. 180.
Nil-Anschwemmungen. II. 41.
Nil, dessen bolbitische Mündung. II. 39.
— , dessen bucolische M. II. 39.
— , dessen pelusische M. II. 39.
— , dessen phatnitische M. II. 39.
— , dessen sebennytische M. II. 39.
— -delta. II. 38.
— - Flußgebiet. II. 20.
— - Katarakten. II. 21.
— - Lagunen. II. 40. 41.
— - Schlamm II. 39.
— , Steigen. II. 40.
— , Thal, Erhöhung. II. 40.
— , periodische Ueberschwemmungen. II. 39.
Nilgherries, deren Höhe. I. 59. 63.

Digitized by Google

Nipadites elegans. I. 373.
Niveau-Unterschiede der Meere. I. 51. 52.
Noeggerath. II. 407.
Nordamerica, dessen Eocene Periode I. 414.
Norvins, dessen Höhe I. 56.
Norwegen, Schneegr. II. 3.
Norwegische Küste. II. 242.
Norwich-Crag. I. 373.
Notidanus primigenius. I. 396. II. 353.
Nototherium inerme, Mitchellii. I. 392.
Novaja Zembla, deren Höhe. I. 62.
Nucula Hammeri. I. 305.
— lobata. I. 292.
— Murchisoni. I. 180.
— pectinata. I. 344.
— prisca. I. 171.
Nuculen des Jura. I. 305.
— der Kreide. I. 344.
Nummuliten der Kreide. I. 337.
Nummulitenkalk der Alpen. I. 333.
— , dessen Lagerung. II. 273.
— der Pyrenäen u. Alpen. I. 329.
Nummulites laevigata, planulata. I. 365.
Nurburg. II. 180.
Nymphaea Arethusae. I. 366.

O.

Oasen, deren Vegetationsfähigkeit. II. 15.
Obdorskberge, deren Höhe. I. 62.
Obelisken, die ägyptischen. I. 127.
Oberaarbach. II. 4.
Oberaargletscher. II. 4.
Oberhaslithal. II. 211.
Oberstein. II. 184.
Obi, Flußgebiet. II. 19.
Obious, dessen Höhe. I. 61.
Obsidian. I. 131. II. 168.
Obsidianporphyr. I. 131.
Ocean, dessen Fluth. I. 50.
— , indischer, dessen Bodensenkung und Erhebung. II. 71.
Ocean, stiller. I. 356.
— , dessen Senkung. II. 71.
Ockerarten. I. 153.
Oeucagna, dessen Höhe. I. 64.
Odenwald. II. 265.
— , dessen Muschelkalk. I. 255.
— , dessen perm. System. I. 236.
— , dessen bunter Sandstein. I. 252.
Odontopteris Brardii. I. 213.
— minor. I. 217.
Oeningen, tertiäres Süßwasserbecken. I. 382.
Oefar, im Rheinthale bei Reichenau. I. 431.
Oefar, bei Chur. I. 431.
— , im Klönthal. I. 431.
— , in Schweden. I. 431.
v. Oeynhausen. II. 407.
Oisans, Gebirgsgruppe. II. 210.
Old-red sandstone. I. 163.
Oligoklas. I. 121.
Oliva plicaria. I. 368.
Olive, deren Vorkommen. II. 80.
Olympisches System. II. 267.
Onchus hamatus. I. 213.
— Murchisoni, tenuistriatus. I. 171.
Onegasee, dessen Höhe. I. 55.
Ontariosee, dessen Höhe. I. 55. II. 96.
Oolite coralliene im Berner Jura. I. 287.
— inférieure. I. 275.
— pisolitique. I. 278.
Oolith, eisenhaltiger im marly-sand-stone. I. 276.
— , grobkörnige. I. 252.
— , großer. I. 276.
— , unterer des schweiz. Jura und dessen Fossilien. I. 285.
— , unterer. I. 276.
— , unterer, dessen Fossilien. I. 282.
— , der untere bei der Porta Westphalica. I. 291.
Oolithenkalk. I. 142.
Oolitic series. I. 273.
Ophite an den Pyrenäen. II. 202.
Ophithügel, deren Hebung. II. 284.
Ophiuren. II. 313. 314. II. 334.
— im Muschelkalke. I. 266.
Opis elegans. I. 344.
Oplotherium. I. 370.
Oppenheim, dessen Knochensand. I. 380.
Oppido, St. in Calabrien. II. 108. 112.
Oracanthus Milleri, minor. I. 213.
Orbe, deren Wassermasse. II. 16.
Orbicula rugata. I. 171.
d'Orbigny. II. 429.
Orbitolites plana. I. 367.
Orenoco. II. 19. 21. 50.
Organisation, deren allmähliche Ausbildung. II. 370.
— der Erde, deren Entwickelungsgang. II. 367.
— auf Erden, deren Perioden. II. 369.
— , thierische, deren planetarische Geschichte. II. 332.
Organisationsstufen der paläozoischen Organismen cf. I. 47. 332. II. 338.
Orgelpfeifen, geologische. I. 108.
Ornitichnites giganteus. I. 272.
Orodus cinctus. I. 222.
Orographie. I. 9.

Orographie im Allgemeinen. I. 78.
Orotava. II. 165.
Orteles, dessen Höhe. I. 62.
Orthis callactis, flabellulum, Murchisoni, subarachnoidea. I. 171.
— callactis. I. 189.
— lepis (Leptaena). I. 189.
Orthoceras annulatum. I. 195.
— attenuatum. I. 195.
— annulatum, fusiforme, undulatum. I. 213.
— annulatum. II. 343.
— calamiteus, cinctus, Ibex, regularis. I. 181.
— regulare, Ibex, calamiteum. I. 171.
Orthoceratiten. I. 194. II. 343.
Orthose. I. 121.
Oryktognosie. I. 10.
Oscabrion. II. 346.
Osmiana, dessen Höhe. I. 57.
Öster-Jökul, Schneegr. II. 3.
Ostrea acuminata. I. 282.
— Beaumonti. I. 282.
— bellovacina. I. 365.
— biauriculata. I. 334.
— carinata. I. 332. 334.
— flabellula. I. 365. 367.
— gregarea. I. 282.
— Leymerii. I. 333.
— longirostris, cyathula. I. 365.
— Marshii, deltoidea. 300.
— Schuebleri, spondyloides, compta. I. 258.
— vesicularis. I. 334.
— virginica, undata. I. 369.
Ostsee, deren eigenthümliche Organismen. I. 45.
Otodus apiculatus. I. 365.
— appendiculatus. I. 351. II. 353.
Oule. I. 94.
Oxford-Gruppe des Jura. I. 275.
— des schweiz. Jura. I. 286.
Oxfordoolith. I. 278.
Oxfordthon. I. 278.
— im Jura Frankreichs. I. 281.
— im schweiz. Jura. I. 286.
Oxyrhina hastalis. I. 376.
Owen, R. I. 270. II. 429. 432.

P.

Pachydermen. I. 415. II. 329.
Packe. II. 395.
Padua, dessen Höhe. I. 56. II. 159.
Palaeocyon primaevus. I. 365.
Paläo-Kaimeni. II. 135.
Palaeomeryx Scheuchzeri. I. 376. II. 381.
Paläonisken der Kohle. I. 224.
— des Kupferschiefers. I. 240.
Palaeoniscus Duvernoy. I. 224. II. 350.
— Freieslebeni, comtus. I. 239.
— Voltzii, ornatissimus. I. 213.
Paläontologie. I. 4. 5. II. 62. 295. 304.
— , deren Verhältniß zur Zoologie und Botanik. I. 5.
Paläorhynchen in den Schiefern von Glaris. I. 351.
Palaeorhynchum latum. I. 352. II. 355.
Paläotherien. I. 402.
— des Grobkalkes. II. 362.
— der Miocenen Periode. I. 415.
Palaeotherium. I. 369.
— aurelianense. I. 381.
— magnum. I. 402. 415. II. 362.
— medium, crassum, minus. I. 365.
— Schinzii. I. 376.
Paläozoische Gebilde im Allgemeinen. I. 163. 241.
Palissy, Bernhard. II. 382.
Pallas. II. 395.
Palma, J. II. 164.
Palmacites echinatus. I. 365.
Palmen, deren Vorkommen. II. 80.
Paludina Dubuissonii, arvernensis. I. 370.
— lenta. I. 373.
Paludinen in dem Purbeckkalk. I. 322.
— des Mainzer Beckens. I. 379.
Pampas. II. 80.
Pampasthone. I. 385.
Pantellaria, vulc. J. II. 136.
Papayan, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Paquant, dessen Höhe. I. 65.
Parallelzüge der Gebirge. II. 285.
Paris. II. 283.
— , Becken von. I. 101.
— , dessen Höhe. I. 56.
Parkinson. II. 429.
Paros, Insel. II. 139.
Pasini. II. 424.
Pässe, deren Höhengränze. I. 64.
Paßhöhen, deren Verhältniß. I. 90.
Patagonische Reihe. I. 385.
Pechstein. I. 128. II. 168. II. 202.
— bei Meissen. II. 205.
Pechtorf. II. 84.
Pecopteris arborescens, polymorpha, lonchitica, Serlii, gigantea. I. 213.
— Beglei. I. 282.
— Meriani. I. 260.
Pecten aequivalvis. I. 282.
— benedictus, laticostatus. I. 369.
— discites. I. 258.
— laevigatus. I. 266.

Digitized by Google

Pecten lens, disciformis, personatus. I. 302.
— paradoxus. I. 282.
— quinquecostatus. I. 334.
— transversus. I. 180.
— vimineus. I. 282.
Pectunculus glycimeris. I. 366. 369.
— pulvinatus. I. 365. 367.
— scalaris. I. 373.
— subconcentricus. I. 343.
— terebratularis, angusticostatus. I. 366.
Pegmatit. I. 124.
Pemphix (Palinurus) Sueuri. I. 258.
— Sueuri. I. 268.
Pendschab, dessen Höhe. I. 58.
Pentacriuen. II. 290. 333.
— des Jura. I. 297.
Pentacrinus caput Medusae. I. 281.
— Europaeus. II. 314.
— subangularis. I. 297. II. 333.
Pentamerus Knightii. I. 188. II. 337.
Percoiden. I. 397.
— in der Kreide. II. 356.
Peridot, künstlicher. II. 218.
Perlenkopf. II. 180.
Perlit und dessen Abarten. I. 131.
Perlmutterkalk im schweiz. Jura. I. 286.
Perlmuttermuscheln. I. 186.
Perm, dessen Höhe. I. 57.
Permisches System. I. 163. II. 254.
— , dessen Charakter. I. 232. 236.
— in England. I. 236.
— im Mansfeldischen. II. 263.
— , dessen idealer Durchschnitt in Norddeutschland. I. 233.
— in Rußland. I. 238.
Perna aviculoides. I. 282.
— maxillata. I. 369.
— mytiloides. I. 302.
Perpignan, dessen Fossilien. I. 369.
Perser. I. 58.
Persien, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Peru, dessen Höhe. I. 59.
Petersberg. I. 328.
Petrefactenkunde, deren Geschichte. II. 375.
Petrosilex. I. 128.
Pfaffenkopf. II. 211.
Pfeifenerde. I. 152.
Pferdekopf in der hohen Rhön. II. 162.
Pflanzen, deren Vertheilung auf der Erde. I. 2.
— , deren Verbreitung in den verschiedenen Zonen. II. 79.
— , deren Wichtigkeit in geologischer Hinsicht. II. 81.
Pflasterkaute bei Eisenach. II. 174.
Phacops Downingiae. I. 199.
Phalangista. I. 192.
Phascolomys. I. 392.
Phascolotherium Bucklandi. I. 321. II. 361.
Philippi. II. 428.
Philippinen, J. II. 139.
Philipps. II. 418.
Phlegräische Felder. II. 149.
Phoken. II. 329.
— in den mittleren Tertiärgebilden. II. 367.
Pholaden. II. 75.
Pholadomya acuticosta. I. 283.
— acuticosta, donacina. I. 292.
— ambigua. I. 292.
— exaltata. I. 304.
— Langii, neocomensis. I. 333.
— Murchisonae. I. 282.
— Murchisoni. I. 292.
Pholadomyen des Jura. I. 304.
Pholidophoren des Jura. I. 314.
Phonolith. I. 132. II. 161.
— der Rhön. II. 183.
Phragmoceras ventricosum. I. 195. II. 343.
Phylladen. I. 113. 154.
Phyllopoden. II. 318.
Piano del Lago. II. 151.
Pic von Musaia, dessen Höhe. I. 63.
— de Nethou, dessen Höhe. I. 61.
— von Pico. II. 139.
— von Teneriffa. I. 64. II. 101.
— , dessen Schwefelgruben. II. 137.
— de Teyde. II. 139.
— de Teyde, Ansicht. II. 164.
— de Teyde, dessen Böschung. II. 121.
Pichincha. II. 157.
— , dessen Böschung. II. 121.
Pictet. II. 430.
Pierre ollaire. I. 139.
— carrée. I. 174.
Pilla. II. 424.
Pilzen. II. 305.
Pinna granulata. I. 292.
— Hartmanni. I. 306.
— nobilis. I. 369.
Pindus. II. 274.
Pinsk, dessen Höhe. I. 57.
Pithecus antiquus. I. 412. II. 368.
Piton de neige auf der J. Bourbon, dessen Höhe. I. 63.
Placodus Andriani. I. 269. II. 353.
Placoiden des Jura. I. 313.
Plagiostoma striatum. I. 258.
Plagiostomen. II. 321.

Digitized by Google

Plagiostomen des Jura. I. 306.
— d. ä. Schichten. II. 351.
Plänerkalk. I. 332.
Planorbis cornu, Prevostinus. I. 366.
— rotundata. I. 365. 370.
— vortex. I. 368.
La Plata, Flußgebiet. II. 19.
Plataßk, dessen Höhe. I. 58.
Platina, dessen Lager. II. 235.
Plato. II. 378.
Plattenschiefer von Stonesfield, dessen fossile Säugethiere. I. 277.
Platycrinus decagonus. I. 180.
— laevis. I. 213.
Platysomus gibbus. I. 239.
Platysomen des Kupferschiefers. I. 240.
Playfair. II. 411.
Plerodon crocodiloides. I. 376.
Plesiosaurus dolichodeirus. I. 317. II. 359.
— macrocephalus. II. 360.
Pleurotoma articulata. I. 171.
— filosa. I. 365.
Pleurotomaria conoidea. I. 307.
— Defrancei. I. 191.
— elongata. I. 282.
— Lloydii. I. 191.
— neocomensis. I. 346.
— ornata. I. 282.
— undulata. I. 171.
Plicatula placunea. I. 334.
— spinosa. I. 292. 301.
Plieninger. II. 432.
Plinius d. ä. II. 147. 379.
Plinius d. j. II. 147. 380.
Pliocene Periode. I. 413.
Plutonisches System. I. 9.
Po. II. 35. 38. 42.
— , Höhe seines Flußbettes. II. 34.
— , Flußgebiet. II 20.
— , Lagunen. II. 43.
Poa maritima. II. 46.
Pointe d'Arcines, deren Höhe. I. 61.
Poitiers, dessen Höhe. I. 56.
Polargletscher. II. 11.
Polarmeer der erratischen Zeit. I. 436.
Polder. II. 46.
Polypen. II. 187. 311. 312. 332.
— im Jurakalk. I. 287.
— der Kreide. I. 334.
— im Muschelkalke. I. 266.
— im großen Oolith. I. 276.
— des perm. Systems. I. 239.
— , Region, I. 67. 68. 71.
— der Uebergangsformation. I. 181.
Polypterus. II. 351.
Polythalamien der Kreide. I. 325. 335.
— , Schichtenbildner. II. 22.
Pompeji, Zerstörung. II. 147.
les Ponts, Torfmoore. II. 15. 82.
Popocatepetl, dessen Höhe. I. 64.
Porites tubulata. I. 170.
Porphyre in Böhmen. II. 205.
— , brauner. I. 128.
— von Cornwallis. II. 204.
— in Deutschland. II. 205. 206.
— in Esterel. II. 203.
— bei Freiberg. II. 206.
— am See von Lugano. II. 207.
— , quarzführender. I. 127.
— in Sachsen. II. 204.
— Schottlands. II. 202.
— des Schwarzwaldes. II. 203.
— in Südtyrol. II. 204.
— , dessen Ursprung. I. 234.
— der Vogesen. II. 203. 207.
Porphyrgesteine. I. 127.
Port d'Oo, dessen Höhe. I. 64.
— de Pinède, dessen Höhe. I. 64.
— vieil d'Estoubé, dessen Höhe. I. 64.
Porto di Ravo. II. 130.
Portlandgruppe des Jura. I. 275.
— des schweiz. Jura. I. 287.
Portlandkalk. I. 279.
— der Schweiz. I. 290.
Porus, dessen Höhe. I. 62.
Porzellanerde. I. 125.
Posidonia Bronnii. I. 292.
— liasina. I. 282.
— minuta. I. 258.
Posidonienschiefer. I. 289.
Posidonomya Becheri. I. 180.
Pouillon-Boblaye II. 421.
Poulett-Scrope. II 418.
Prag, dessen Höhe. I. 57.
Pranal, die Grotte von. II. 171.
Prévost, Constant. II. 421.
Procida, J. II. 149.
Productus aculeatus (horridus). I. 240.
— antiquatus, concinnus, Martini. I. 213.
— Cancrini. I. 239.
— subaculeatus. I. 180.
Profile, geologische. I. 103.
Protogine. I. 123
— vom Mont-Blanc. I. 426. II. 209.
Protorosaurus. II. 357.
Protorosaurus Speneri. I. 239.
Prüfstein. I. 141.
Psammiten. I. 152.
Psammodus reticulatus. I. 260.
— rugosus. I. 213.
Pterichthyden. I. 200.
Pterichthys latus. I. 200. II. 348.
Pterinaea costata, plana, trigona. I. 171.

Pterocerås-Arten des alp. Jura. I. 306.
Pteroceras Oceani. I. 307. II. 339.
— Pelagi. I. 346.
Pteroceren im Néocomien. I. 332.
Pterodactylus crassirostris. I. 319.
Pterodon parisiensis. I. 365.
Pterophiloides Richardsoni. I. 373.
Pterophyllum Jaegeri. I. 260.
— Williamsoni. I. 282.
Petropoden. I. 193.
Ptychoceras-Arten der Kreide. I. 349.
Ptychodus latissimus. I. 350.
Puddinge. I. 117. 151.
— von Valorsine. I. 423. 426.
Puno, dessen Höhe. I. 59.
Punta Nasone. II. 144.
Punta del Palo, höchste Spitze des Vesuvs. II. 145. 148.
Puracé, Schneegränze. II. 3.
Purbeckschichten. I. 322.
Pusch. II. 407. 428.
Puy de Chaluffet. II. 171.
Puy de Chopine. II. 160.
Puy de Dôme. I. 131. II. 159.
— , dessen Höhe. I. 60.
Puy de Griou. II. 171.
Puy des Gouttes. II. 160.
Puy de Jancy in der Kette des Mont d'Or, dessen Höhe. I. 60.
Puy de Pariou, dessen Kegelböschungswinkel. II. 121.
Puzzuoli. II. 243.
Pycnodus gigas. I. 314.
— rhombus. I. 313.
Pygopterus Humboldti. I. 239.
— lucius. I. 213.
Pyrenäen. I. 90. II. 274.
— , Schneegränze. II. 3.
Pyrenäisches System. II. 285.
Pyrites de fer. I. 148.
Pyrmont, dessen Thalbildung. I. 95.
Pyromeride. I. 128.
Pyroxen-Gesteine. I. 134.
Pyroxen, künstlicher. II. 218.
Pyrula rusticula. I. 368.
Pythagoras. II. 378.

Q.

Quadern. I. 252. 259.
Quaderoolith. I. 276.
Quadersandsteine von Sachsen. I. 331.
Quallenthiere. II. 312.
Quarz. I. 121. 124.
Quarzfels. I. 128.
Quarz-Gesteine. I. 140.
Quarzkrystall. I. 124.
Quarzit. I. 128. 140. II. 223.
— , künstlicher. II. 217.
Quellen, eisenhaltige. II. 25.
— , heiße. I. 29. II. 138.
— , intermittirende. II. 18.
— , periodische. II. 13. 17.
— Sibiriens. I. 24.
— , deren Ursprung. II. 12.
— , versteinernde. II. 23.
— , deren Wasserreichthum. II. 17.
Quellengras. II. 46.
Quellwasser, dessen natürliche Beschaffenheit. II. 22.
Quenstedt. II. 429.
Querder. II 324.
Querthäler. I. 93.
Quimper, dessen Kohlenlagerung. II. 264.
Quito. II. 157.
— , dessen Höhe. I. 59.

R.

Radiaten. II. 311.
Radiolites cornu pastoris. I. 334.
— neocomensis. I. 333.
— turbinata. I. 340.
Ranella marginata. I. 369.
Rankenfüßler. II. 318.
— der Kreide und Tertiärschichten. II. 347.
Rapilli. II. 105.
Rapilliregen. II. 120.
Raseneisenstein. I. 148. II. 25.
Rasenerz. II. 25.
Rasentorf. II. 84.
Raubthiere, hundeartige fossile. I. 410.
Rauchwacke im perm. System. I. 235.
v. Raumer. II. 407.
Ravenna II. 43.
Reculet, dessen Höhe. I. 61.
Red-Crag. I. 373.
Red marls. I. 258.
Red sandstone. I. 232.
Regensburg, dessen Höhe. I. 57.
Regione netta. II. 151.
Regnault, Kohlenanalyse. I. 225.
— , Steinkohlenanalyse. I. 228.
Reich's Erdtemperaturversuche. I. 19.
Reichenbach, Wasserfall. II. 20.
Reihen-Vulcane. II. 139.
Rengger. II. 421.
Reptilien, beschuppte und gepanzerte. II. 327.
— , crocodilartige im Jura. I. 319.
— , eidechsenartige in der Kreide. II. 338.
— des Hastingssandes. I. 323.
— des alp. Jura. I. 315.
— der Kreide. I. 352.
— deren Organisationsstufen. II. 357.

Reptilien, Schichtbildung. II. 77.
— des perm. Systems. I. 240.
— schlangenartige der Tertiärzeit. II. 359.
— der Tertiärzeit. I. 399.
Reptilienreste in dem Purbeckkalke. I. 322.
— der Trias. I. 270.
Respiration der Thiere und Pflanzen. I. 248.
Retepora cellulosa. I. 366.
— infundibulum. I. 183.
Retinit. I. 128.
Retinite. II. 202.
Reuß. II. 35. 407. 428.
Reußblöcke. I. 425.
Revolution, deren Zeit. I. 161.
Rheinische Basaltgebirge. II. 174.
Rheinblöcke. I. 425.
Rhein-Delta. II. 35. 44. 47.
Rhein-Flußgebiet. II. 20.
Rheingegenden, deren Minen. II. 235.
Rhein, dessen Neigung. II. 28.
Rheinthal I 85 95.
Rhein, dessen Verdunstung. II. 13.
Rhinoceros elatus. I. 370.
— incisivus, minutus. I. 366.
— incisivus. I. 368.
— incisivus, minutus, Goldfussi. I. 376.
— incisivus, Schleiermacheri. I. 381.
— Schleiermacheri, minutus. I. 415.
— tichorhinus. I. 404. 416. II. 364.
Rhizopoden der Kreide. I. 325. 335.
— , deren Schichtenbildung. II. 73. 74.
Rhodocrinus crenatus. I. 180.
— verus I. 221.
Rhône, die hohe. II. 162. 174. 183.
Rhone. II. 35.
Rhone-Delta. II. 36. 38.
— , Flußgebiet. II. 20.
— , deren Neigung. II. 28.
Rhonethal. II. 277. 282.
— , dessen Blöcke. I. 424.
Rhyakolith. I. 129.
Richelsdorf, dessen Kupfer- und Cobaltgruben. I. 235.
— in Hessen. II. 231.
Riesendämme. II. 168.
Riesengebirge, dessen perm. System. I. 236.
Riesensalamander von Oeningen. I. 399.
Riesentöpfe. II. 92.
Rigi. I. 375.
Rinder. II. 329.
Ringelwürmer. II. 317.
Rio negro. II. 19.
Ritzen der Rundhöcker. I. 422.
Ritzlihorn. II. 211.
Rocca Monfina Vulcan. II. 162. 163.
Roche Sanadoire. II. 161.
Roche thuilière. II. 161.
Rochen. II. 354.
Roches moutonnées. I. 422.
Rocky mountains. I. 89.
Rogers. II. 424.
Roggensteine. I. 252.
Röhren-Anneliden. II. 318.
Röhrenmuscheln, Region II. 62.
Rollsteine. I. 434. II. 7. 10. 32.
— im Granit. I. 159. 160.
Römer. II. 428.
Ronchamps, dessen Kohlengebilde. II. 260.
Roßberg. II. 90.
Rostellaria lucida. I. 373.
— Parkinsoni. I. 345. II. 339.
— pes pelecani. I. 369.
Roßtrappe. II. 259.
Rotalina Voltziana. I. 336.
Rothes Todtliegendes. I. 232.
Rothhaargebirge. I. 179.
Rozet. II. 421.
Rucu-Pichincha. II. 157.
Rudisten der Kreide. I. 339.
Rufiberg cf. Roßberg. II. 91.
Rügen, J., deren Feuersteinkreide. I. 331.
Rundhöcker, und deren obere Höhengränze. I. 422.
— , deren Höhengränze in der Schwz. I. 422.
— des Nordens. I. 430.
— , in Schottland und Wales. I. 427.
Rundmäuler. II. 321.
Rhyncholithes. I. 310.

S.

Saalbänder. I. 158. II. 228.
Saalfeld. I. 235.
Saarbrücken. II. 264.
Sabina, J. II. 110. 115.
St. Laurent, Fluß, dessen Neigung. II. 28.
Salamander, fossile. I. 381.
Salève bei Genf. I. 293.
Salicornia herbacea. II. 46.
Salomon's Inseln. II. 71.
Salzgebirge. I. 251.
Salzgehalt der Meere in der paläozoischen Zeit. I. 355.
— des Mittelmeeres. I. 355.

Salzlager des Muschelkalks. I. 257.
— der Trias. I. 354 ꝛc
— in Würtemberg I. 255.
Salzthone des Muschelkalks. I. 255.
Salzburg, dessen Höhe. I. 57.
San Filippo. II. 23.
Sandschichte, gelbe, b. Montpellier I 369.
Sandkalk des franz. Jura. I. 280.
Sandlager des Rio Plata bei Buenos-Ayres. I. 408.
Sandstein. I. 117. 151. 152.
— v. Beauchamp. I. 363.
— , bunter, dessen Lagerung. I. 253.
— , dessen Absatz II. 266.
— im nordwestlichen Deutschland. I. 252.
— im Schwarzwald und den Vogesen. I. 251. 252.
— , dessen Fossilien. I. 254.
— , dessen Mächtigkeit. I 252.
— des Odenwalds. I. 252.
— , dessen Schichtung. II. 267.
— flötzleerer. I. 202. 203.
— von Fontainebleau I. 364.
— grauer, kieseliger, in der Kreide der Alpen. I. 333.
— im perm. System. I. 237.
— „ Quadern. I. 252. 259.
— , rother, des devonischen Systems. I. 234.
— , rother, bei Saintdié, Schlettstadt, Montbéliard. II. 264.
— der secund. Periode. I. 354.
— der Trias. I. 259.
Sandwich-Inseln. I. 139.
Sanguinolaria angustata, carinata, sulcata. I. 171.
— compressa. I. 180. 373.
Santa Agatha. II. 186.
— Cruz. II. 165.
Santorin, J. II. 134. 139. 159.
Saone, deren Neigung. II. 28.
Saonethal. II. 282.
Sarconi, der große. II. 160.
— , der kleine. II. 160.
Sardinien. II. 278.
Sauerstoff in der Atmosphäre. I. 33.
Säugethiere in der Auvergne. I. 370.
— , deren Entwickelungsgeschichte. II. 330.
— , deren Erscheinen. II. 369.
— , deren Gruppirung. II. 328.
— , deren Organisationsstufen. II. 361.
— (fossile), deren Vertheilung. I. 414. 416.
— , deren geographische Vertheilung. I. 416. 417.
Säugethiere, fossile, deren verticale Vertheilung. I. 416.
Saurichtys Mougeoti. I. 270.
Saurier im Sandstein I. 259.
— der Trias. I. 272.
Sauroiden. I. 240. II. 349.
— , dipterische. I. 201. II. 349.
— des Jura. I. 315.
— der Kohle. I. 223.
de Saussure, Horace. II. 397.
Scandinavien. I. 431.
— , Kohlengebilde. II. 262.
— , Halbinsel, deren Bildung. II. 268.
Scaphites aequalis. I. 334.
— Ivanii. I. 348. II. 342.
Schachtelhalme. I. 215. II. 305. 307. 308.
Schalthiere. II. 187.
Schalen, fossile. II. 298.
Schevelutsch, Schneegr. II. 3.
Schichten. I. 155. II. 231.
— , deren Einfallwinkel. I. 157.
— , deren Lagerung. II 238.
— , deren Streichen. I. 157.
Schichtbildung durch Wasser. II. 12. 99.
— Schichtköpfe. I. 157.
Schichtfläche. I. 157.
Schichtung. I. 114.
— , abweichende. I. 161.
— deren Einfluß auf die Bodengestaltung. I. 110.
— der Berge. I. 108.
Schichtungsaxe. I. 92.
— klüfte. I. 156.
Schiefer des Lias. I. 275.
— , lithographischer. I. 143.
— , bei Solenhofen I. 290.
— des Westerwaldes I. 176.
— des Siebengebirges. I. 176.
Schiefergebirge der Ardennen. I. 175.
Schiefergesteine, geschichtete. I. 164.
Schieferletten. I. 252.
Schieferung. I. 114.
Schieferungsklüfte. I. 156.
Schildkröten, Erhaltung derselben. II. 77.
— , fossile. I. 381.
— im Jurakalke. I. 320.
— der schweiz. Molasse. I. 376.
— des Muschelkalks. II. 361.
— , deren Organisation. II. 327.
— im Purbeckkalk. I. 322.
— im Süßwassersandstein. I. 367.
— der Wälderformation. I. 353.
Schilfsandstein. I. 259.
Schiras, dessen Höhe. I. 59.
Schiveloutsch, Vulcan. I. 62.

Schizostoma radiata. I. 192.
Schlammströme. I. 432. II. 32.
Schlangen, fossile. I. 381.
— , deren Organisation. II. 327.
Schliffflächen. II. 10. 93. I. 434.
Schlotten. I. 236.
Schmelzschupper. I. 201.
— der Kohle. I. 223.
Schmerling. II. 432.
Schnecken, kanalmundige. II. 339.
Schneckenstein. I. 126.
Schneefelder. II. 4.
Schneegränze. II. 2.
Schneekoppe im Riesengebirge, deren Höhe. I. 60.
Schönebeck, dessen Salzquelle. I. 257.
Schöpfungsansicht von Aristoteles. II. 379.
— — Buffon. II. 394.
— — Burnet. II. 392.
— — Descartes. II. 393.
— — Empedokles. II. 378.
— — Herodot. II. 378.
— — Leibnitz. II. 393.
— — Plato. II. 378.
— — Plinius d. ä. II. 379.
— — Plinius. d. j. II. 380.
— — Pythagoras. II. 378.
— — Strabo. II. 379.
— — Thales. II. 377.
— — Whiston. II. 393.
— — Woodward. II. 393.
— — Xenophanes. II. 377.
— — Zeno. II. 378.
Schöpfungsgeschichte der Bibel. II. 370. 371.
Schörlfels. I. 125.
Schorl-rock. I. 126.
Schottische Inseln. II. 196.
— Küste. II. 192.
Schreckhorn. II. 4.
Schriftgranit. I. 124.
Schuerinn (Constantine), dessen Höhe. I. 63.
Schuppenflosser. I. 397.
Schutthalden. II. 29.
Schuttkegel. I. 106. II. 29.
Schuttwälle in den Alpenthälern. I. 421.
— im Oos-Thale bei Baden-Baden. I. 429.
Schwarzes Meer, dessen Salzgehalt. I. 45.
Schwarzsee, dessen Höhe. I. 55.
Schwarzwald. II. 265.
— , dessen Höhe. I. 60.
— , dessen Keuper. I. 260.
Schweden, dessen fortdauernde Bodenerhebung. I. 436.
Schweiz, die ebene; deren erratische Erscheinungen. I. 419. 423.
— , die fränkische. I. 290.
Schweizerhall bei Basel-Augst, dessen Steinsalzlager. I. 262.
Sciacca. II. 136.
Scilla. II. 426.
Scomberoiden. I. 397.
Scorpion in der Kohle. I. 222.
Scutellen. I. 394.
Scyphia cylindrica, costata. I. 292.
Secundäre Gebilde. I. 251.
— im Allgemeinen. I. 353.
Sedgwick. II. 418.
Sedimentgesteine. I. 159. II. 220.
Seeeidechsen. II. 359.
— des Jura. I. 315.
Seehunde. II. 329.
Seeigel. II. 313. 314.
— des Jura. I. 297. II. 334.
der Kreide. I. 338.
— , deren Region. II. 62.
— , deren Wohnplatz. II. 74.
Seekarte. I. 14.
Seekuh, Steller'sche. II. 329.
Seelilien. I. 184.
Seemeile. I. 14.
Seesterne. II. 313.
— , gestielte. II. 332.
— , deren Region. II. 62.
— , stiellose, II. 333.
— , deren Wohnplatz. II. 74.
Seetange in dem alp. Jura. I. 294.
Seethiere im Jurakalk. I. 287.
Seewerkalk. I. 332. II. 292.
Seine, deren Neigung. II. 28.
— , deren Verdunstung. II. 13.
Seitenmoräne. II. 6.
Selvretta, dessen Massiv. II. 289.
Semiophorus velicans. I. 398. II. 355.
Senegal-Flußgebiet. II. 20.
Senonische Schichten in Frankreich. I. 330.
Sepien, belemnitenlose, des Jura. II. 344.
Septarien. I. 372.
Serapistempel bei Puzzuoli. II. 243.
Serpentine. I. 138. II. 198.
— in den südlichen Alpen II. 199.
— im Jura. II. 200.
— von Saint-Martin de la Guepie. II. 199.
Serpula quadrangularis, flaccida. I. 283.
Serrière, deren Wassermasse. II. 16.
Setif, dessen Höhe. I. 63.
Seyssel. I. 143.
Sheppey, J., deren Formation. I. 372.
Sibirien, dessen Bodentemperatur. I. 24.
Siderón, J. II. 196.

Siebengebirge. I. 176.
— , rhein. II. 142. II. 174. 183.
Siegelerde. I. 148.
Sienaerde. I. 153.
Sierra Nevada de Granada, Schneegr. II. 3.
Sierra Nevada di Nerida, Schneegr. II. 3.
Sigillaria. II. 307.
— elegans. I. 218.
— tessellata, Dournaisii, hexagona. I. 213.
Silber, dessen Lager. II. 235.
Silberen im Cant. Schwyz. II. 91.
Silex. I. 141.
Silurian system. I. 163.
Silurisches System. I. 163. 166. II. 254.
— , dessen Abtheilungen. I. 166.
— in der Bretagne. I. 169.
— in England. I. 166.
— in Frankreich. I. 167.
— in den Pyrenäen. I. 169.
Simeto, Fl. II. 28. 94.
Simplon, dessen Höhe. I. 65.
— , dessen Massiv. II. 289.
Sioule, Fl. II. 171.
Sirenen. II. 329.
— in den mittleren Tertiärgebilden. II. 363.
Sismonda. II. 424.
Sivatherium giganteum. I. 401. II. 366.
Skaptar Jökul. V. auf Island. II. 125.
Sky, J. II. 195.
Slatuosk, dessen Höhe. I. 57.
Smith, W., über das jurassische System. I. 273. II. 417.
Smolensk, dessen Höhe. I. 57.
Sneehättan in Norwegen, dessen Höhe. I. 60.
Snowdon in Wales, dessen Höhe. I. 60.
Snowdonfelsen. I. 164.
Sodalophyr. I. 136.
Solenhofen, lithographische Schiefer. I. 290.
Solfatare. II. 136.
Somma. II. 144. 146.
Sömmering. II. 432.
Sonne. II. 236.
Sonnenfluth. I. 50.
Sonnensystem nach Laplace. II. 236.
— , dessen Ursprung. II. 371.
Sonnenwärme, ihr Einfluß auf die Erde. I. 27. 28. 29.
Sophionien. II. 137.
Sorgue, deren Quellwassermasse. II. 16.
Sowerby. II. 429.
Spanien, dessen Plateauhöhe. I. 59.
Sparoiden. I. 397.
Spatangiden. II. 335.
Spatangus (Micraster) cor-anguinum. I. 334.
— Grignonensis. I. 367.
— retusus. I. 327. 330. 338. II. 336.
Spatheisenstein. I. 147.
Sphagnum. II. 82.
Sphäroniten. II. 332.
Sphaerulites ventricosa. I. 340.
Sphaenophyllum annulatum. I. 221.
— Schlotheimii, dentatum. I. 213.
Sphenopteris furcata, trifoliata, tenuifolia, heterophylla. I. 213.
— Schlotheimii. I. 216. II. 307.
Spirifer. I. 189.
Spirifer-Arten. II. 336.
Spirifer glaber, trigonalis, striatus. I. 213.
— radiatus. I. 189.
— speciosus. I. 189. II. 337.
— undulatus, cristatus. I. 239.
— Verneuilii. I. 180.
— Walcotti. I. 299.
Spirula. II. 317.
Spitzbergen, dessen Gletscher. II. 11.
Spitzmäuse, fossile. I. 381.
Splügen, dessen Höhe. I. 65.
Spondylus (Plagiostoma) spinosus. I. 343.
Sporangien. I. 294.
Sprudelstein. II. 24.
Stabiä's Zerstörung. II. 147.
Staffa, J. II. 192. 193.
Stahlerz. I. 147.
Stalagmite. II. 25.
Stalaktiten. II. 25.
Staubbach im Lauterbrunnenthale. II. 20.
Steaschiste. I. 139.
Stechtorf. II. 84.
Steckmuscheln. I. 161.
— des Jura. I. 306.
Steinberg. II. 180.
Steinberger. II. 428.
Steinbrüche von Wangen. I. 382.
Steiningen. II. 407.
Steinkohle. I. 149.
— , Analyse von Regnault. I. 228.
— , künstliche. I. 227.
— , deren Lagerung. II. 239.
— , deren Metamorphose. I. 226.
— , specifisches Gewicht. I. 228.
— , deren Ursprung. I. 226. 229.
— , Vergleichung mit Holz. I. 228.
Steinkohlenformation. I. 231.
Steinkohlengebilde. II. 254.
Steinkohlensystem. I. 163. 201.
Steinsalz. I. 146. 147.

Steinsalz, dessen Bedeutung in der Trias. I. 355.
— -Lager von Dieuze. I. 260.
— , dessen Formation. I. 260.
— , dessen Mächtigkeit. I. 261.
— des unteren Keupers in Lothringen. I. 261.
— in dem Muschelkalke. I. 255.
— in der Trias der Schweiz. I. 262.
— von Vic. I. 261.
Steinwand in der hohen Rhön. II. 162.
Steller'sche Seekuh. II. 329.
Steneodon. I. 370.
Steneofiber. I. 370.
Steno, Nicolas. II. 384.
Sternberger Kuchen. I. 377.
Sternwürmer. II. 313.
Stichostegier der Kreide. I. 335.
Stigmaria ficoides. I. 220.
Stigmarien der Kohle. I. 218.
Stinkkalke in der Molasse. I. 374.
— von Oeningen. I. 383.
Stinkstein im perm. System. I. 236.
Stinkthiere, fossile. I. 381.
Stirnwälle. II. 6.
Stomatopoden des Jura. II. 346.
Stonesfield, dessen Plattenschiefer. I. 277.
— , dessen fossile Säugethiere. I. 320.
Strabo. II. 379.
— , Beschreibung des Vesuv. II. 147.
Strahleck. II. 4.
Strahlthiere. II. 59. 311.
— im Muschelkalke. I. 265.
— des silur. Systems. II. 332.
Straßburg, dessen Höhe. I. 56.
Stratigraphie. I. 7. 9.
Streichen der Gänge. II. 227.
Streichungslinie. II. 248.
Streifen der Rundhöcker. I. 422.
Streitberg, Höhle. I. 290.
Stromatopora concentrica. I. 181.
Strombodes vermicularis. I. 170. 180.
Stromboli, dessen Höhe. II. 102. 139. 150.
Ströme, deren Geschwindigkeit. I. 432.
— , deren Zerstörungskraft. II. 93.
Stromschnellen. II. 20.
Strophodus longidens. I. 313. II. 352.
Strygocephalenkalk. I. 177. 188.
Strygocephalus Burtini. I. 177. 188. II. 337.
Studer, Bernhard. II. 216. 422.
— , Durchschnitt des Alpensystemes. II. 292.
Stunde, französische. I. 14.
Sturzböschungen. II. 30.
Subapenninenformation. I. 384. II. 254.
Suchet, der kleine. II. 160.
Südamerica, dessen Minen. II. 235.
Sudis. II. 323.
Südpole, Eisbildungen. II. 11.
Sulze, dessen Salzquelle. I. 257.
Sumpfmoos, sphagnum. II. 82
Sunda, J., deren Vulcane. II. 139.
Sündfluth. II. 372. 373.
Superga. I. 384.
Süßwasserbecken von Oeningen. I. 382.
Süßwasserbildung des Arnothales bei Florenz. I. 384.
Süßwassergebilde des Londonthones auf der Insel Wight. I. 372.
Süßwasserkalk. I. 144.
— in der Molasse der Jurathäler. I. 375.
Süßwassersandstein. I. 367.
Süßwasserschnecken des Knochenlagers von Sansan. I. 368.
Syenit. I. 126.
Synch. II. 39.
Syringapora bifurcata. I. 182.
System, Hebungs-, der Belchen und des Harzes. II. 259.
— der Belchen. II. 286.
— von Corsica. II. 277.
— vom nordöstl. Deutschl. II. 267.
— von Nord-England. II. 262.
— des Erzgebirges. II. 270.
— des Hennegaues. II. 263.
— des Hundsrück. II. 258.
— der Ostalpen. II. 282. 287.
— der Pyrenäen. II. 274.
— des Rheines. II. 265.
— des Tenare. II. 284.
— des Thüringer Waldes II. 266.
— des Mont Viso. II. 273.
— der Westalpen. II. 278. 286.
Système cambrique. I. 163.
— dévonien. I. 163.
— houiller. I. 163.
— Permien. I. 163.
— pénéen. I. 163.
— silurien. I. 163.

T.

Tabris, dessen Höhe. I. 59.
Taganai, dessen Höhe. I. 62.
Taktalu dagh, dessen Höhe. I. 62.
Talapalca, dessen Höhe. I. 65.
Talk-Gesteine. I. 139.
Talkschiefer. I. 139. II. 215. 223.
Talpa. I. 390
— antiqua. I. 370.
Tange. II. 305.
Tanne, deren Vorkommen. II. 80.

Tapirus arvernensis. I. 370.
Taschenkrebse. II. 319.
Taunus. I. 179. 236.
Tazacorte. II. 165.
Tegelgebilde von Wien. I. 382.
Teguize. II. 130.
Teleosaurier. I. 320. II. 360.
See von Telezk, dessen Höhe. I. 58.
Temperatur des Aequators in der paläozoischen Zeit. I. 246.
— , Bestimmungsmethode im Inneren der Erde. I. 16. 17. 20.
— -Bestimmungen in den Brunnen. I. 21.
— im Inneren der Erde. I. 16.
— des Erdcentrums. I. 31.
— der Erdoberfläche. I. 34.
— -Differenzen der verschiedenen Jahreszeiten. II. 2.
— , gleichförmige der paläozoischen Zeit. I. 243.
— -Zunahme in dem Inneren der Erde. I. 29. 30.
Teneriffa, J. II. 165.
Terebellum convolutum. I. 367.
Terebra duplicata. I. 369.
Terebrateln. I. 189. II. 336.
— , Region. II. 62.
Terebratula acuminata, hastata, resupinata, Wilsoni. I. 213.
— alata, octoplicata. I. 324.
— aspera, cassidea, concentrica, prisca. I. 180.
— aspera, borealis, gryphus, prisca. I. 171.
— biplicata. I. 282.
— bullata. I. 282.
— carinata, depressa. I. 332.
— carnea, pumila, Defrancei. I. 334.
— crispata. I. 190.
— elongata, Schlotheimii. I. 239.
— ferita. I. 189.
— imbricata. I. 190.
— impressa, nucleata, lacunosa. I. 292.
— lyra, Menardi, plicatilis, biplicata. I. 333.
— numismalis, globata, impressa, Thurmanni. I. 299.
— sella. I. 283.
— suborbicularis. I. 333.
— tetraëdra. I. 282.
— tetraëdra, triplicata. I. 292.
— trilobata, insignis, substriata, trigonella. I. 292.
— varians. I. 292.
— vulgaris. I. 268.
— Wilsoni. I. 189.
— Wilsoni, numismalis, globata, impressa. II. 337.
Terni, Wasserfall. II. 20.
Terrain. I. 162.
Terrain albien. I. 330.
— anthraxifère. 163. 175.
— aptien. I. 330.
— ardoisier. I. 163.
— à chailles. I. 286.
— crétacé. I. 321.
— erratique. I. 419.
— à lignites. I. 368.
— salifère. I. 251.
— sénonien. I. 330.
— turonien. I. 330.
Terre à foulon. I. 153. 276.
— glaise. I. 152.
Tertiärbecken. II. 276.
— von Auvergne. I. 369.
— von London. I. 370.
— von Mainz. I. 377. 378. 380.
— am nördlichen Fuße der Ostpyrenäen. I. 368.
— von Paris, dessen idealer Durchschnitt. I. 362.
— am nördlichen Fuße der Westpyrenäen. I. 366.
— südamericanisches. I. 384.
— von Wien. I. 381.
Tertiärgebilde, eigentliche, deren Charakter. I. 361.
— in Deutschland. I. 376.
— vom nordwestlichen Deutschland, Hessen, Westphalen u. Hannover. I. 383.
— in England. I. 370.
— in Frankreich. I. 362.
— in Italien. I. 383.
— in der Schweiz. I. 374.
— der Wetterau. I. 381.
Tetragonolepiden des Jura. I. 314.
Teufelsmühlen. II. 89.
Teufelstein in der hohen Rhön. II. 162.
Teras, Küste. II. 53.
Textularia aciculata, striata. I. 336.
Thalbildung. I. 84. 85.
Thäler des Jura, deren Structur. I. 283.
— der Pyrenäen. I. 94.
Thales von Milet, dessen Schöpfungsansicht. II. 377.
Tharand, II. 204. 206.
Thelodus parvidens. I. 171.
Therasia, J. II. 134.
Thierreich, dessen Charakterentwickelung. II. 331.
Thierreich, dessen Organisation. II. 300.
Thierschöpfung, deren Grundformen. II 311
Thon, plastischer. I. 152.
— , dessen Fossilien. I. 363.

Thon des Mainzer Beckens. I. 379.
Thoneisenstein. I. 148.
Thongesteine. I. 152.
Thonporphyr. I. 128. II. 205.
Thonschicht, rothe, in Brasilien. I. 390.
Thonschiefer. I. 153. II. 215.
— bei Air. I. 369.
— im perm. System. I. 235. 237.
Thuner-See. II. 35.
— , dessen Höhe. I. 55.
Thunfische. I. 397.
Thüringerwald. II. 267.
— , dessen Karte. I. 233.
— , dessen bunter Sandstein. I. 253.
Thurman. 2. 421.
Thurmberg, dessen Höhe. I. 62.
Thurmschnecken der Kreide. I. 349.
Thylacotherium. I. 321.
Tiberias-See. I. 55.
Tigraski, dessen Höhe. I. 62.
Tile-stone. I. 172.
Till in England. I. 427.
Titaneisen I. 130.
Titicaca-See, dessen Höhe. I. 55.
— , dessen Karte. I. 86.
Tivoli, Wasserfall. II. 20.
Tlemcen, dessen Höhe. I. 63.
Tobolsk, dessen Höhe. I. 58.
Todtes Meer, dessen Bestandtheile. I. 46.
— , dessen Höhe. I. 54.
Tolima, Schneegr. II. 3.
Tomboro, Vulc. II. 110. 112. 119.
Topasfels. I. 126.
Töpferthon des Mainzer Becken. I. 379.
Topfstein. I. 139.
Töplitz. II. 205.
Torf. I. 149.
Torfbildung. II. 83.
Torfmoore. II. 81.
Torre del Filosofo. II. 151.
— del Greco. II. 123. 148.
Tosa, Wasserfall. II. 20.
Toscana. II. 137. 284.
Toxoceras bituberculatus. I. 348. II. 342.
Toxotherium parisiense. I. 365.
Trachyaspis Lardyi. I. 376.
Trachyt, granitischer. I. 129.
— , porphyrischer. I. 130. II. 141. 168. 202.
Trachytische Gesteine. I. 129.
Tragos acetabulum. I. 182.
Trapp-Gesteine. I. 138. II. 189 ꝛc.
— auf der J. Arran. II. 194.
— in England. II. 193.
— der Färöer. II. 196.
— im nordöstlichen Irland. II. 190.
— von Island. II. 196.
— Neuschottlands. II. 197.
Trapp-Gesteine in Schottland. II. 193. 194. 195.
— in Schottland, Irland und den Hebriden. II. 397.
Travertin. I. 144.
— , deren Bildung. II. 23.
Treibholz. I. 227. II. 86.
Trema, dessen Höhe. I. 56.
Treuil, Kohlenschichte. I. 230.
Trias. I. 251.
— , deren Crustaceen. I. 268.
— in England. I. 254. 262.
— , deren Fauna. I. 264.
— , deren Fische. I. 268.
— , deren Flora. I. 262.
— in Frankreich. I. 260.
— in dem schweiz. Jura. I. 261.
— zu beiden Seiten des Oberrheins. Karte. I. 253.
— in Würtemberg, Karte, deren Schichtenfolge. I. 251.
Tricarpellites communis. I. 373.
Trigonia aliformis. I. 330.
— caudata, aliformis, scabra. I. 341. 342.
— navis, clavellata, costata. I. 303.
— navis. I. 289.
Trilobiten. I. 197. II. 346.
Triloculina communis. I. 394.
Trinucleus granulatus. I. 198.
Trinkwasser, dessen Bestandtheile. II. 22.
Tripel. I. 141.
Tripelerde. I. 325.
Tristychius arcuatus. I. 223. II. 352.
Trippsteine. I. 146.
Tritonshörner. I. 192.
Trochus agglutinans. I. 367.
— anglicus. I. 282.
— antrinus. I. 239.
— cyclostoma. I. 366.
— helicites. I. 171.
— helisites. I. 181.
— patulus. I. 368.
Trockenlegung von Sümpfen, Seeen ꝛc. II. 15.
Trolhätta in Schweden, Wasserfall. II. 20.
Tropfsteine. II. 25.
Tuffe. I. 144. II. 24.
Turbinolia elliptica. I. 365.
Turbo ornatus. I. 282.
— plicatilis. I. 346.
— rugosus. I. 369.
— squamiferus. II. 338.
Turmalinkrystalle. II. 212.
Turonische Gebilde in Frankreich. I. 330.
Turrilites costatus. I. 334. 349. II. 342.

Digitized by Google

Turritella imbricataria. I. 365. 373.
— lineata. I. 181.
— terebralis. I. 368.
— vermicularis. I. 369.
Tyrol, südliches, dessen Melaphyre. II. 184.
Tzana-See, dessen Plateauhöhe. I. 59.

U.

Uebergangsgebilde. I. 163. 174.
Ueberschwemmungen. II. 93.
Ufereis. II. 11.
Uferwälle. II. 52.
Ulm, dessen Höhe. I. 57.
Umbererde. I. 149.
Unalaschka, Schneegr. II. 3.
Ungarn. II. 158.
— , dessen Minen. II. 235.
Unio. II. 315.
— concinna. I. 292.
Unteraargletscher, Karte. II. 4.
— , dessen Schliffflächen II. 8. 9.
Ural, dessen perm. Syst. I. 238.
— , Schneegr. II. 3.
Urbachthal. II. 211.
Ursus arctoideus, Pitorrii. I. 390.
— arvernensis. I. 370.
— spelaeus. I. 411. II. 367.
Urzeugung, generatio aequivoca. II. 300.
Usedom, Insel. II. 53.
Ust Kamengorsk, dessen Höhe. I. 58.

V.

Val de Bove. II. 151. 153. 154.
— Monzone in Südtyrol. II. 200.
— di Noto, Basaltausbrüche. II. 173.
— de Travers. I. 143.
Valenciennes, dessen Kohlenbergwerke.
Valorsine. II. 209.
Variegated sandstone. I. 251.
Velay, dessen Basalte. II. 170.
Velino, Fl., dessen Bestandtheile. II. 23.
Venedig. II. 43.
Venericardia planicosta, imbricata. I. 365.
Venetz. II. 423.
Venus clathrata. I. 366.
Verona, dessen Höhe. I. 56.
Vermetus Rouyanus. II. 333.
de Verneuil. II. 418. 420. 428.
Versandung der Flußbetten. II. 33.
Versteinerungen. II. 239. 245. 295. 301. 380
Vertebraten. II. 311.
Verwerfung, bergm. II. 231.
Verwitterung. II. 88.
Vespertilio. I. 390. 415.
Vesuv. II. 101. 102. 109. 118. 119. 120. 139.
— , Eruptionsspalte am Krater. II. 122.
— , jetzige und ältere Gestalt. II. 147.
— , dessen Höhe. I. 60. II. 102.
— , dessen Kegelböschungswinkel. II. 121.
— , dessen Krater. II. 145. 146.
— , dessen Laven. II. 148.
Vic, dessen Steinsalzlager. I. 261.
Voltzia heterophylla. I. 263. 264. II. 309.
Voluta harpa, spinosa. I. 365.
— luctator. I. 373.
Vulcane. II. 34.
— der Anden. II. 109. 115. 140. 156.
— der Auvergne. II. 277.
— , erloschene. II. 136. 223.
— in Deutschland. II. 173. 183.
— der Eifel. II. 177.
— , deren plötzliche Entstehung II. 133.
— Europa's. II. 115.
— , deren Gasarten. II. 115.
— von Graveneire II. 171.
— in Hessen. II. 278.
— , deren Höhe. II. 102.
— von Java. II. 116.
— Islands. II. 196.
— Kraft derselben. II. 141.
— bei Neuwied. II. 179.
— , deren Producte. II. 141.
— der Sundainseln. II. 116.
— die Structur der südameric. II. 157.
— , thätige. II. 101.
— , thätige und ausgebrannte. II. 141.
— , untermeerische. II. 135.
— , deren Ursprung. II. 141.
— , deren geogr. Verbreitung. II. 138.
— von St. Vincent in den Antillen. II. 110.
Vierhänder. II. 329. 367.
Vierwaldstädter-See. II. 35.
— , dessen Höhe. I. 55.
Vieschgletscher. II. 6.
Vieux grès rouge. I. 163.
Vignemale, dessen Höhe. I. 61.
Villafranca. II. 186.
Villard d'Areine. II. 211.
Villeneuve. II. 36.
St. Vincent II. 119. 137.
Virlet. II. 421.
Vivarais, dessen Basalte. II. 170.

Viverra. I. 415.
— antiqua. I. 370.
— gigantea. I. 365.
Vögel. II. 328.
— , fossile. I. 381.
Vogelsgebirge. II. 174. 183.
Vogesen. I. 128. II. 265.
— , deren Höhe. I. 60.
— , deren perm. System. I. 237.
Vogesensandstein. I. 237. 238. 251. II. 254. 264. 265.
— des Schwarzwaldes und Englands. I. 238.
Voigt. II. 407.
Voigtland, dessen bunter Sandstein. I. 253.
Volant, basalt. Säulendamm. II. 169.
Volcano, J. II. 150.
Voltz. II. 429.
Vulcanisten des Alterthums. II. 378.

W.

Wacken. I. 135. II. 176.
Wälder in geologischer Beziehung. II. 85.
— , deren Holzgehalt. I. 228.
— , unterseeische. I. 231. II. 85.
Wälderthon. I. 321. 323.
Waldai-Kette, dessen Höhe. I. 62.
Wales, dessen Schiefergebirge. II. 264.
Walkererde. I. 153. 276.
— im franz. Jura. I. 280.
Wälle von Blöcken in den Alpenthälern. I. 421.
Wallenstedt, See, dessen Höhe. I. 55.
Walthiere, eigentliche. II. 329.
— , pflanzenfressende. II. 329.
— in d. ä. Formationen u. in allen Tertiärgebilden. II. 361.
Wangen, dessen Steinbrüche. I 382.
Wärme der Erde nach Fourier, Poisson und E. de Beaumont. I. 30.
— , specifische, der Gesteine. I. 25.
— in den schottischen Gebirgen. I. 20.
— in dem Ural. I. 20.
Wärmeleitungsfähigkeit, deren Meßweise. I. 26.
— des Bleies. I. 26.
— des Eisens.
— des Goldes. I. 26.
— des Kupfers. I. 26.
— des Marmors. I. 26.
— des Platins. I. 26.
— des Porzellans. I. 26.
— des Silbers. I. 26.
— gebrannter Ziegel. I. 26.
— des Zinks. I. 26.
Wärmeleitungsfähigkeit des Zinns. I. 26.
Wasser, dessen Bewegungskraft. II. 32.
— , dessen Geschwindigkeit. II. 20.
— , stehende, deren Veranlassung. II. 15.
— , süßes. I. 43. II. 12. 21.
— , dessen Verdunstung. II. 13.
Wasserblei. I. 150.
Wasserdampf in der Atmosphäre zur paläoz. Zeit. I. 246.
— bei den Basaltströmen. II. 171.
— bei den Eruptionen. II. 115.
Wasserfälle. II. 20.
Wasserfurchen. II. 92.
Wasserscheide. I. 82. II. 19.
Watt. II. 46. 411.
Weald-clay. I. 323.
Wealdgebirge in Sussex. I. 321.
Webster. II. 418.
Wegmaße. I. 14.
Weichthiere der Uebergangsformation. I. 185. II. 311. 315. 336.
Weißenau, dessen Knochenlager. I. 379.
Weiß-Liegendes im Mansfeldischen. I. 234.
Weißsee, dessen Höhe. I. 55.
Weißstein. I. 125.
Wellenkalk. I. 255.
Wenlock-Gesteine. I. 167.
Werner, dessen Nomenclatur der Gesteine. I. 113.
— über vulc. Phänomene. II. 100.
— über Porphyr. II. 205.
— über die Gänge. II. 229.
— über Streichungslinien. II. 249.
Werner, A. G., Verdienste im Allgem., II. 399. 402.
Werst, russische. I. 14.
Westerwald. I. 176. 179. II. 174. 183.
Westphalen, dessen Tertiärformation. I. 383.
Wetherellia variabilis. I. 373.
Wetterau, deren Tertiärform. I. 381.
Wetzschiefer. I. 153.
Whiston. II. 393.
Whitsunday, J., II. 65.
Wiederkäuer. II. 329. 366.
Wien, dessen Höhe. I. 57.
Wight, J., deren Tertiärformation. I. 370.
Wildbäche (torrents). II. 29.
Wirbelthiere. II. 311. 320.
— der Uebergangsformation. I. 199.
Wolga, Flußgebiet. II. 20.
Wolkenburg im Siebengebirge. II. 142.
Wollaston'sches Gesetz. I. 39. 40.
Wollin, Insel. II. 53.
Woodward. II. 392.
Würtemberg, dessen Salzlager. I. 255.

X.

Xenophanes. II. 378.
Xiphodon gracile. I. 365.
Xiphodon-Arten. I. 403.

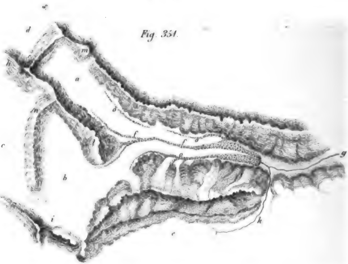
Y.

Yaiza. II. 130.
Yang-tse-kiang, Flußgebiet. II. 19.

Z.

Zambeze, Flußgebiet. II. 20.
Zamia pectiniformis. I. 294.
Zamites Bechei. I. 282.
— feneonis. I. 283.
Zaundorf, dessen Kupfer und Cobaltgruben. I. 235.
Zechstein. I. 163. 235. 236.
Zeichnenschiefer. I. 154.
Zeno. II. II. 378.
Zerreißungsthäler. I. 98.
Ziegelstein. I. 172.
Ziegenkopf, B. am Habichtswald. II. 175.
v. Zieten. II. 426.
Zirknitzer See. II. 15.
Zonen, deren Flächeninhalt. I. 49.
Zoologie, deren Grundbegriff. II. 296.
Zoophyten. II. 66.
Zug, See von, dessen Höhe. I. 55.
Züricher See, dessen Höhe. I. 55.
Zuydersee. II. 44. 46. 57.
Zygobates Studeri. I. 376.
Zyphius longirostris. I. 390.

Fig. 351.



Karte des Unteraargletschers.

a. Firnfeld des Lauteraar. b. Firnfeld des Finsteraar. c. Firnfeld des unteren Grindelwaldgletschers. d. Firnfeld des oberen Grindelwaldgletschers. e. Oberaargletscher. f. Mittelmoräne. g. Aarfluss. h. Schreckhorn. i. Finsteraarhorn. k. Oberaarbach. l. Abschwung. m. Ewigschneehorn. n. Straleck. o. Seitenmoränen.

Fig. 352.

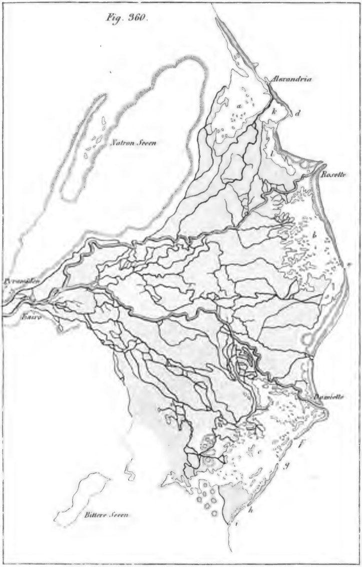
Der Vieschgletscher
im Kanton Wallis, an dem südlichen Abhange des Finsteraarhornkammes.

a. a. Die Mittelmoräne. b. Das Finsteraarhorn c. Das Firnfeld, welches den Gletscher ernährt und sich weit hinter den Felskämmen, die den Gletscher einschliessen hinzieht.

Digitized by Google

die den Gletscher einschliessen hinzieht.

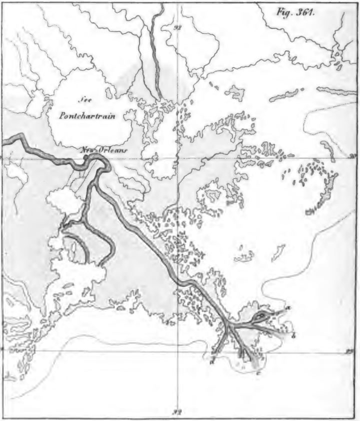
Digitized by Google



Delta des Nil.

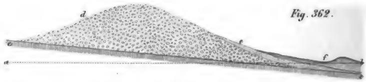
a. See Mareotis. b. See Burlos. c. See Mansaleh. d. Canope. e. Mündung von Burlos. f. Mündung von Dibeh. g. Mündung von Gemileh. h. Mündung von Omm Fareg. i. Mündung von Tyneh. k. See Madieh. l. See Edku.
Das den Ueberschwemmungen ausgesetzte Land ist fein punctirt.

Digitized by Google



Delta des Missisipi.

a. Nord-Ost Mündung. b. Süd-Ost Mündung. c. Süd Mündung.
d. Süd-West Mündung. ～～～ Linie von 10 Metern Tiefe.



Durchschnitt eines Uferwalles.

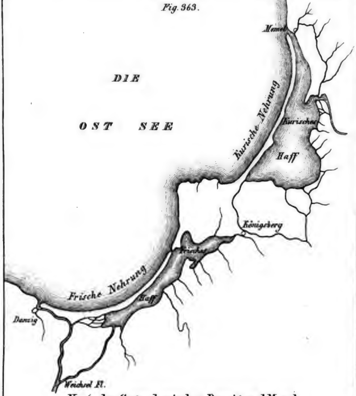
a. b. Meeresniveau c. c. Boden der Küste. d. Anhäufung grösserer Gerölle. e. Sand am Fusse des Walles. f. Das Meer.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 363.



Karte der Gegend zwischen Danzig und Memel.

Fig. 368.

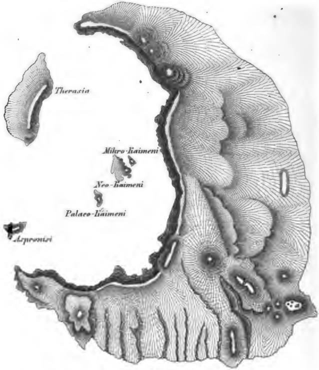
Ansicht der Jnsel Bolabola im stillen Ocean.

a. Der mittlere Felsen. b. Das umzäunende Corallenriff.

Digitized by Google

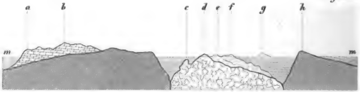
Digitized by Google

Fig. 385.



Erhebungskrater der Jnsel Santorin
im griechischen Archipelagus.
a. Eleusis. b. Eliasberg.

Fig. 386.



Durchschnitt des Erhebungskraters von Santorin

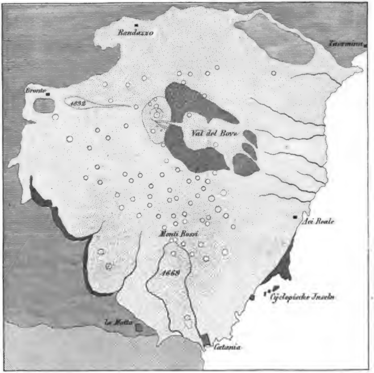
a. Eleusis. b. Eliasberg. c. Neue Jnsel, welche sich erhebt.
d. Mikro-Kaimeni. e. Neo-Kaimeni. f. Palaeo-Kaimeni.
g. Aspronisi. h. Therasia. m. Meeresspiegel.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 393.



Geognostische Karte des Aetna.

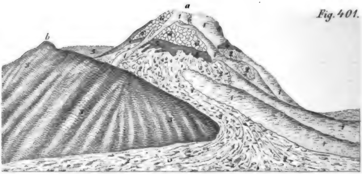
Fig. 397.

Durchschnitt des Aetna von West nach Ost.

a. Punta Secca. b. Rocca Musarra. c. Val del Bove. d. Piano del lago. e. Krater.

Digitized by Google

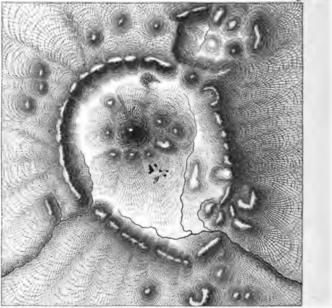
Fig. 401.



Ansicht des Puy Chopine und des Puy des Gouttes
im Nordwesten von Clermont.

a. Puy Chopine. b. Puy des Gouttes
1. Mit Vegetation bedeckte Stellen. 2. Vulkanische Trümmer.
3. Schlackenkegel des Puy des Gouttes. 4. Domit. 5. Basalt
und Basalt-Conglomerat. 6. Granit

Fig. 402.



Karte des Erhebungskraters von Roccamonfina.

g. Roccamonfina. c. Monte Cortinella. d. Mte Santa Croce.

Digitized by Google

Digitized by Google

Taf. VIII.

Fig. 407.

Karte der Jnsel Palma.

Fig. 433.

a. Ungeschichteter Centralkern. b. Uebergangsgebilde.
c. Kohlenformation. d. Kreide.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 437.

Karte der Kohlenperiode.

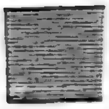
Meere und Binnenseen der Steinkohlenformation.

Unsichere Stellen über welche keine gegründeten Vermuthungen möglich sind.

Festland.

Festgestellte Ufer der Steinkohlengewässer.

Ufer der jetzigen Meere.



Meere u

der Stei

Fortges

Steinko...

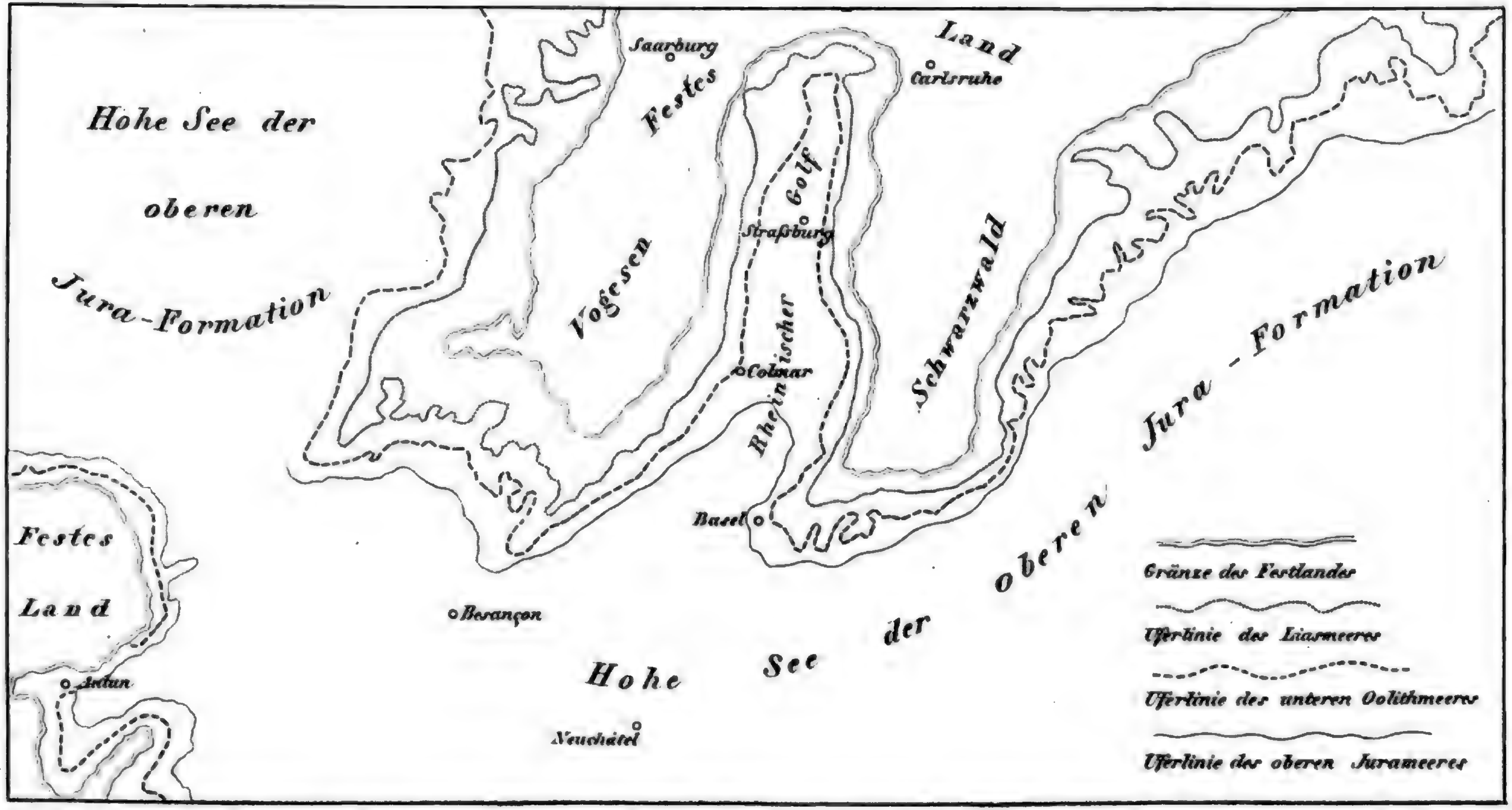
Fig. 442.

Karte des Jura-Meeres.

Jura Meer. — Unbestimmte Localitäten. — Festland.

Festgestellte Ufer des Jura Meeres. — Ufer der jetzigen Meere.

Fig. 443.

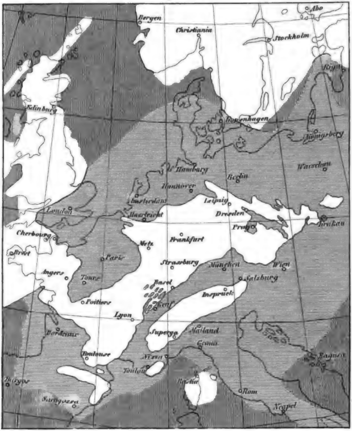


Karte der Uferlinien der jurassischen Gebilde um die Vogesen und den Schwarzwald.

Karte des Meeres in der Kreideperiode

Digitized by Google

Fig. 445.



Karte des Meeres in der Kreideperiode.

Digitized by Google

Fig. 448.

Karte der älteren Tertiärepoche.

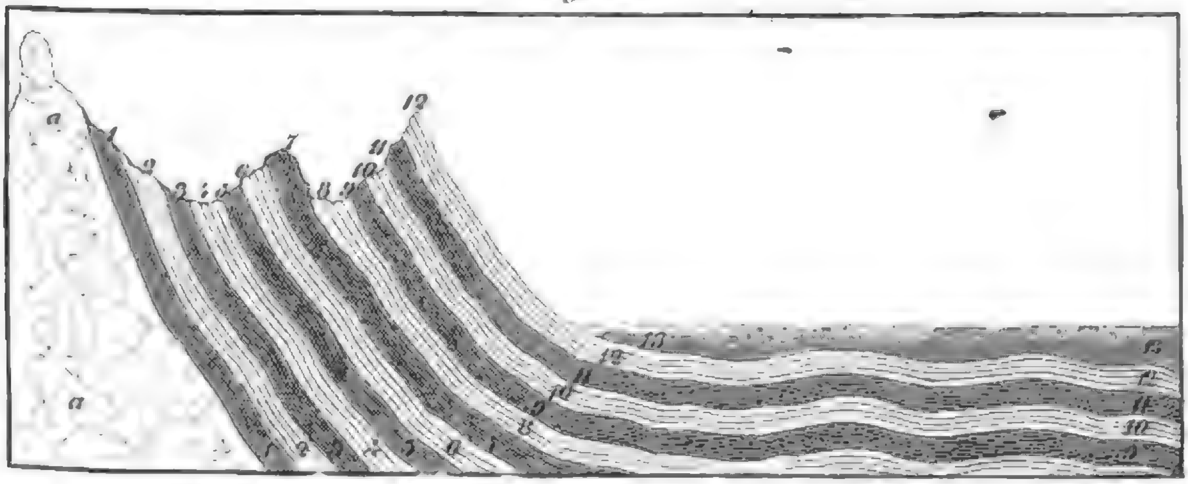
Digitized by Google

Digitized by Google

Karte der älteren Tertiärepoche.

Digitized by Google

Fig. 451.



System der Ostalpen.

Karte der Streichungslinien in den westlichen Alpen.

Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

EARTH SCIENCES LIBRARY

**This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.**

LD 21-40m-5,'65
(F4308s10)476

General Library
University of California
Berkeley

Digitized by Google

RETURN TO the circulation desk of any
University of California Library
or to the
NORTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
Bldg. 400, Richmond Field Station
University of California
Richmond, CA 94804-4698

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
2-month loans may be renewed by calling
(510) 642-6753
1-year loans may be recharged by bringing books to NRLF
Renewals and recharges may be made 4 days prior to due date

DUE AS STAMPED BELOW

DEC 19 1996

20,000 (4/94)

Digitized by Google